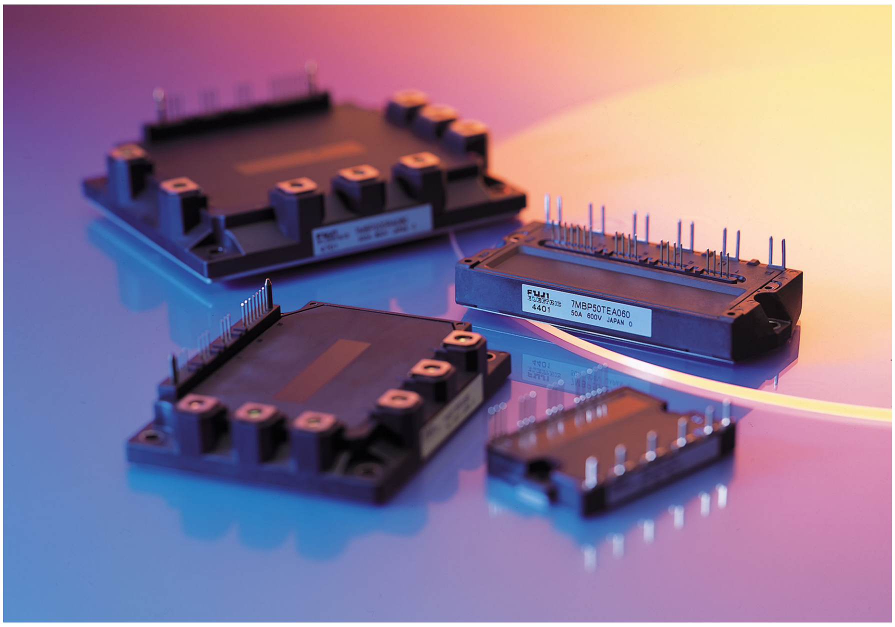
e-Front runners

FUJI ELECTRIC

Quality is our message

富士 IGBT–IPM
应 用 手 册



富士电机电子设备技术株式会社

2004 年 9 月
RCH983

目　录

第 1 章
特　点

目　　录　　页码

1　IGBT-IPM 的特点

IPM（智能功率模块）与 IGBT 模块和驱动电路的组合相比，具有如下特点。

1.1　驱动电路内置

・在最佳设置条件下驱动 IGBT。

・驱动电路和 IGBT 之间的连线短，驱动电路的阻抗低，因此无须反向偏压电源。

・总共需 4 路控制电源：下臂侧 1 路，上臂侧 3 路。

1.2　保护电路内置

・内置过电流保护(OC)，短路保护(SC)，控制电源欠压保护(UV)，过热保护(TcOH、TjOH)，及外部输出的警报(ALM)。

・OC、SC 具有保护功能，使 IGBT 免遭过电流、负载短路等的破坏。由于是通过内置于各 IGBT 内的检测元件对集电极电流实施检测，所以无论哪个 IGBT 发生异常都可加以保护，另外臂短路也可保护。[*1]

・UV 保护功能对驱动电源欠压起保护作用，内置于整个驱动电路。

・OH 是能防止 IGBT，FWD 过热的保护功能，在 IPM 内部的绝缘基板上装有温度检测元件，可以检测绝缘基板温度。（管壳温度过热保护：TcOH）[*2]

・而且各 IGBT 芯片上装有温度检测元件，对于芯片的异常发热，能迅速起到保护作用。（芯片温度过热保护：TjOH）

・ALM 功能将警报信号输出到外部。在 TcOH、OC、SC、UV、TjOH 处于保护动作时，通过向控制 IPM 的微机输出警报信号，可确保系统停止工作。[*2]

[*1] 小容量型的过电流检测采用 N 线路分流电阻方式。

[*2] 各 IPM 的保护功能请参照第 3 章功能说明。

1.3　制动电路内置 (7 in 1 IPM)

・附加电阻来消耗减速时的电力，构成制动电路。

・与逆变部分一样内置了驱动电路，保护电路。

2　各系列 IPM 的特点

2.1　R-IPM、R-IPM3 系列

2.1.1　小容量型

将 600V 系列 15A～30A、1200V 系列 15A 列为小容量型产品。（P617、P619 封装）

・P617 封装产品为无铜底板型，而 P619 封装产品为铜底板型，而且还提高了散热性能。

・控制输入端子为 2.54mm 标准间距。

・主端子形状是扣接端子形，与控制输入端子高度相同，所以，采用焊接和连接器方式都可以在同一印刷电路板上连接。

・通过 Vce(sat)及开关损耗的折中改善，可降低总损耗。

・通过采用 IGBT 芯片过热保护，防止因芯片异常发热而引起的损坏。

2.1.2　中容量型（仅下臂输出警报）

将 600V 系列 50A～150A、1200V 系列 25A～75A 列为中容量型产品。（P610、P611 封装）

・控制输入端子为 2.54mm 标准间距，排列成 1 列，使用 1 个通用连接器就能进行连接。由于使用了导向插脚，很容易插入印刷电路板用连接器。

・封装结构是：主电源输入(P、N)、制动输出(B)、以及输出端子(U、V、W)分别邻近配置，主配线容易连接。

・主端子使用 M5 螺丝，能可靠连接大电流。

・安装到散热器上的螺丝直径与主端子同为 M5。

・电气连接全部使用螺丝及连接器，无须锡焊，也便于拆卸。

・通过 Vce(sat)及开关损耗的折中改善，可降低总损耗。

・通过采用 IGBT 芯片过热保护，防止因芯片异常发热而引起的损坏。[*3]

[*3] 从上臂侧无警报输出。

2.1.3　中容量型（配置上臂警报输出功能）

将 600V 系列 50A～150A、1200V 系列 25A～75A 列为中容量型产品。（P621 封装）

・可从上臂输出 OC、SC、UV、TjOH 警报信号。这样，出现与地短路等故障时，能得到更为可靠的保护。[*4]

・主端子为 M5 螺丝，能可靠连接大电流。

・安装到散热器上的螺丝直径与主端子同为 M5。

・电气连接全部使用螺丝及连接器，无须锡焊，也便于拆卸。

・通过 Vce(sat)及开关损耗的折中改善，可降低总损耗。

・通过采用 IGBT 芯片过热保护，防止因芯片异常发热而引起的损坏。

[*4] TcOH 警报只从下臂输出。

2.1.4 大容量型（仅下臂输出警报）

将 600V 系列 200A～300A、1200V 系列 100A～150A 列为大容量型产品。（P612 封装）

・控制输入端子排列与中容量标准封装相同，使用 1 种连接器即可对应。

・封装结构是：主电源输入(P、N)、制动输出(B)、以及输出端子(U、V、W)分别邻近配置，主配线容易连接。

・主端子为 M5 螺丝，能可靠连接大电流。

・安装到散热器上的螺丝直径与主端子同为 M5。

・电气连接全部使用螺丝及连接器，无须锡焊，也便于拆卸。

・通过 Vce(sat)及开关损耗的折中改善，可降低总损耗。

・通过采用 IGBT 芯片过热保护，防止因芯片异常发热而引起的损坏。*5

*5 从上臂侧无警报输出。

2.2 Econo IPM 系列

将 600V 系列 50A～150A、1200V 系列 25A～75A 列为 Econo IPM 系列产品。（P622 封装）

・与中容量型相比，安装面积减小约 30%、重量约下降 40%，可以实现装置的小型化。

・与 Econo DIM(Econo Diode Module)高度相同(17mm)，所以，可在同一印刷基板上进行连接。

・可从上臂输出 OC、SC、UV、TjOH 警报信号。这样，出现与地短路等故障时，能得到更为可靠的保护。

・通过采用 IGBT 芯片过热保护，防止因芯片异常发热而引起的损坏。

3 型号・批次 No.的意义

・型号

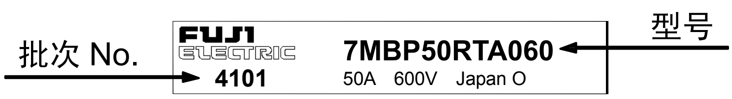
7 MBP 50 RT A 060 -01

- -01：机型的序列号（可能无此号码。）
- 060：耐压
  - 060: 600V
  - 120: 1200V
- A：系列的序列号
- RT：系列名
  - R: R-IPM
  - RT: R-IPM3
  - TE: Econo IPM
- 50：变频器（逆变器）部额定电流
  - 50: 50A
- MBP：表示 IGBT-IPM
- 7：主元件数
  - 7: 制动电路内置
  - 6: 无制动电路

・批次 No.

4 1 01

- 01：序列号(01~99)
- 1：生产月
  - 1: 1月
  - ⋮
  - 9: 9月
  - O: 10月
  - N: 11月
  - D: 12月
- 4：生产年份
  - 4:2004年



4 产品阵容

600V 系列 15 A～75A

	15A	20A	30A	50A	75A
R-IPM	6MBP15RH060	6MBP20RH060	6MBP30RH060	6MBP50RA060 7MBP50RA060	6MBP75RA060 7MBP75RA060
R-IPM3	—	6MBP20RTA060	—	6MBP50RTB060 7MBP50RTB060 6MBP50RTJ060 7MBP50RTJ060	6MBP75RTB060 7MBP75RTB060 6MBP75RTJ060 7MBP75RTJ060
Econo IPM	—	—	—	6MBP50TEA060 7MBP50TEA060	6MBP75TEA060 7MBP75TEA060

600V 系列 100 A～300A

	100A	150A	200A	300A
R-IPM	6MBP100RA060 7MBP100RA060	6MBP150RA060 7MBP150RA060	6MBP200RA060 7MBP200RA060	6MBP300RA060 7MBP300RA060
R-IPM3	6MBP100RTB060 7MBP100RTB060 6MBP100RTJ060 7MBP100RTJ060	6MBP150RTB060 7MBP150RTB060 6MBP150RTJ060 7MBP150RTJ060	—	—
Econo IPM	6MBP100TEA060 7MBP100TEA060	6MBP150TEA060 7MBP150TEA060	—	—

1200V 系列

	15A	25A	50A	75A	100A	150A
R-IPM	6MBP15RA120	6MBP25RA120 7MBP25RA120 6MBP25RJ120 7MBP25RJ120	6MBP50RA120 7MBP50RA120 6MBP50RJ120 7MBP50RJ120	6MBP75RA120 7MBP75RA120 6MBP75RJ120 7MBP75RJ120	6MBP100RA120 7MBP100RA120	6MBP150RA120 7MBP150RA120
Econo IPM	—	6MBP25TEA120 7MBP25TEA120	6MBP50TEA120 7MBP50TEA120	6MBP75TEA120 7MBP75TEA120	—	—

5 外形尺寸图

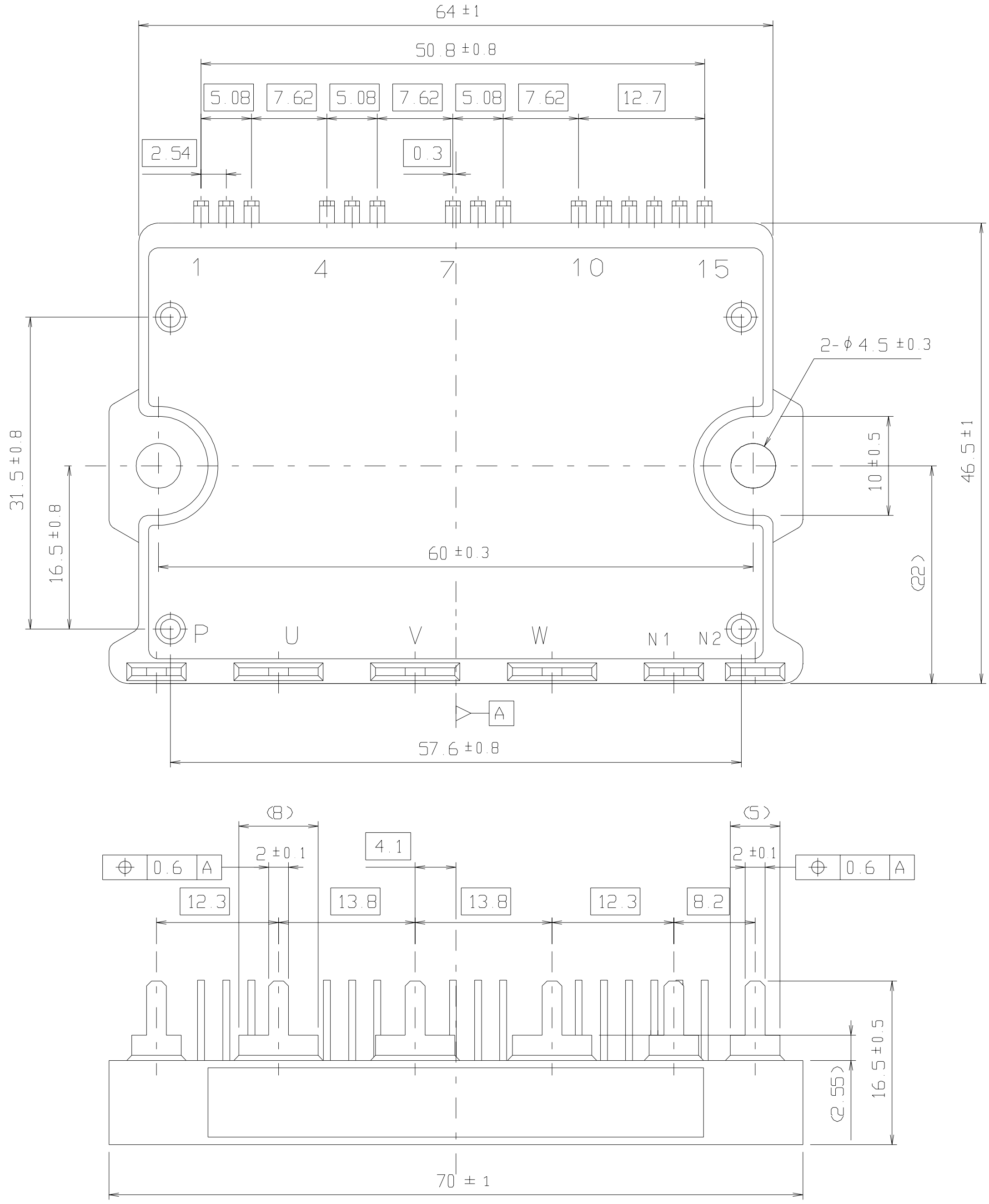


图 1-1 外形尺寸图 (P617)

对象型号：6MBP15RH060、6MBP20RH060、6MBP30RH060

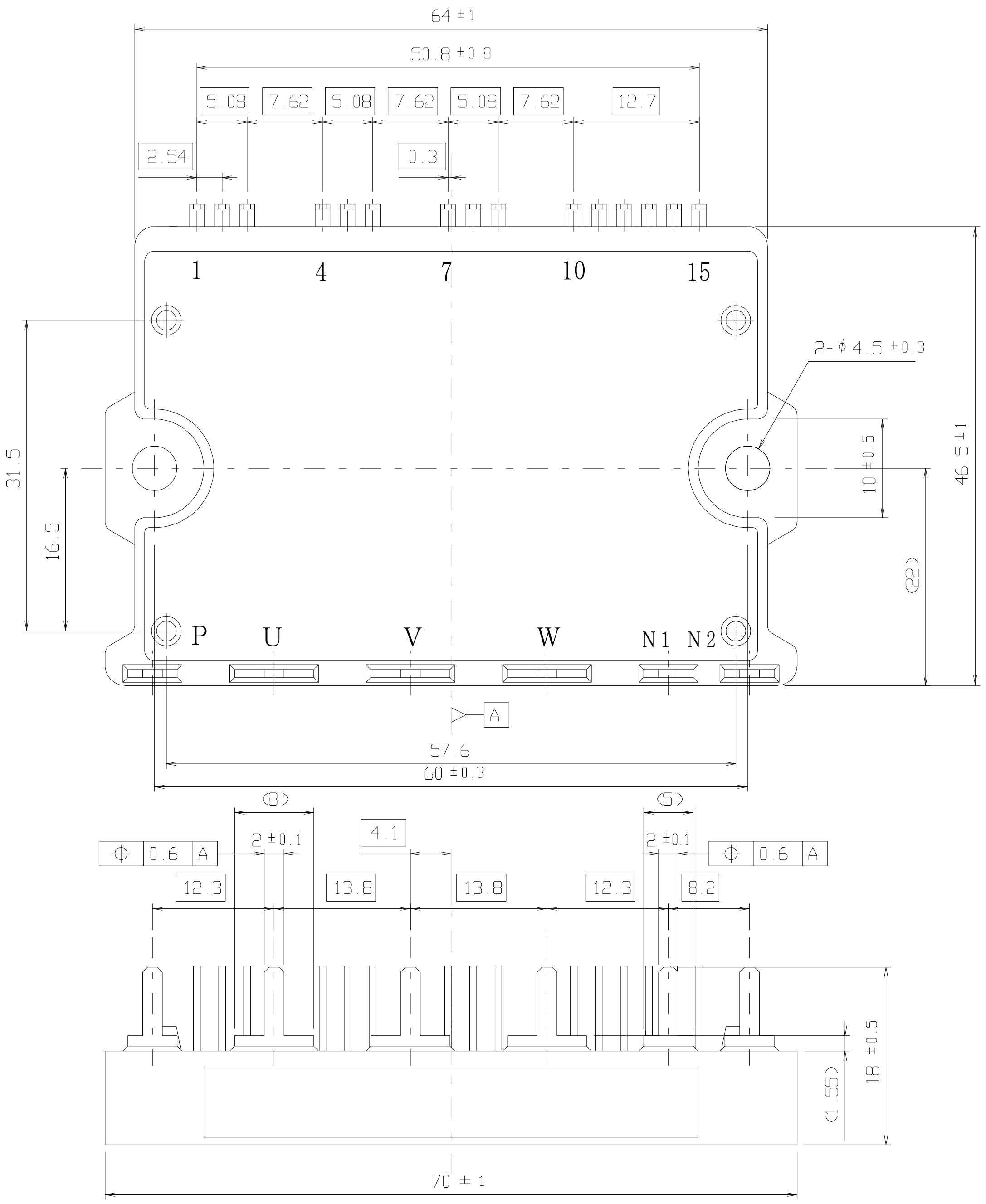


图 1-2 外形尺寸图 (P619)

对象型号：6MBP20RTA060、6MBP15RA120

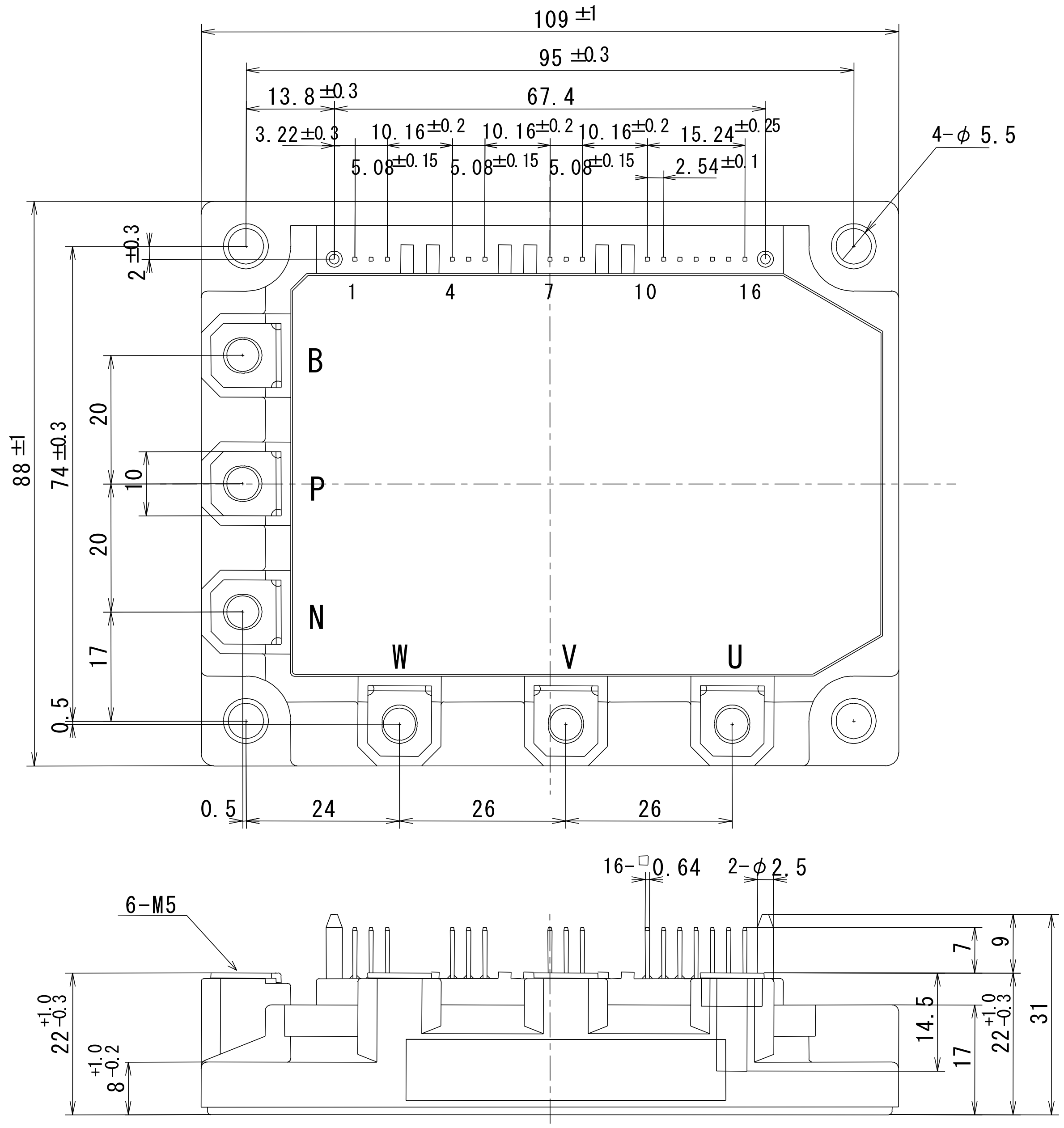


图 1-3 外形尺寸图 (P610)

对象型号：6MBP50RA060、6MBP75RA060、6MBP50RTB060、6MBP75RTB060、6MBP25RA120

7MBP50RA060、7MBP75RA060、7MBP50RTB060、7MBP75RTB060、7MBP25RA120

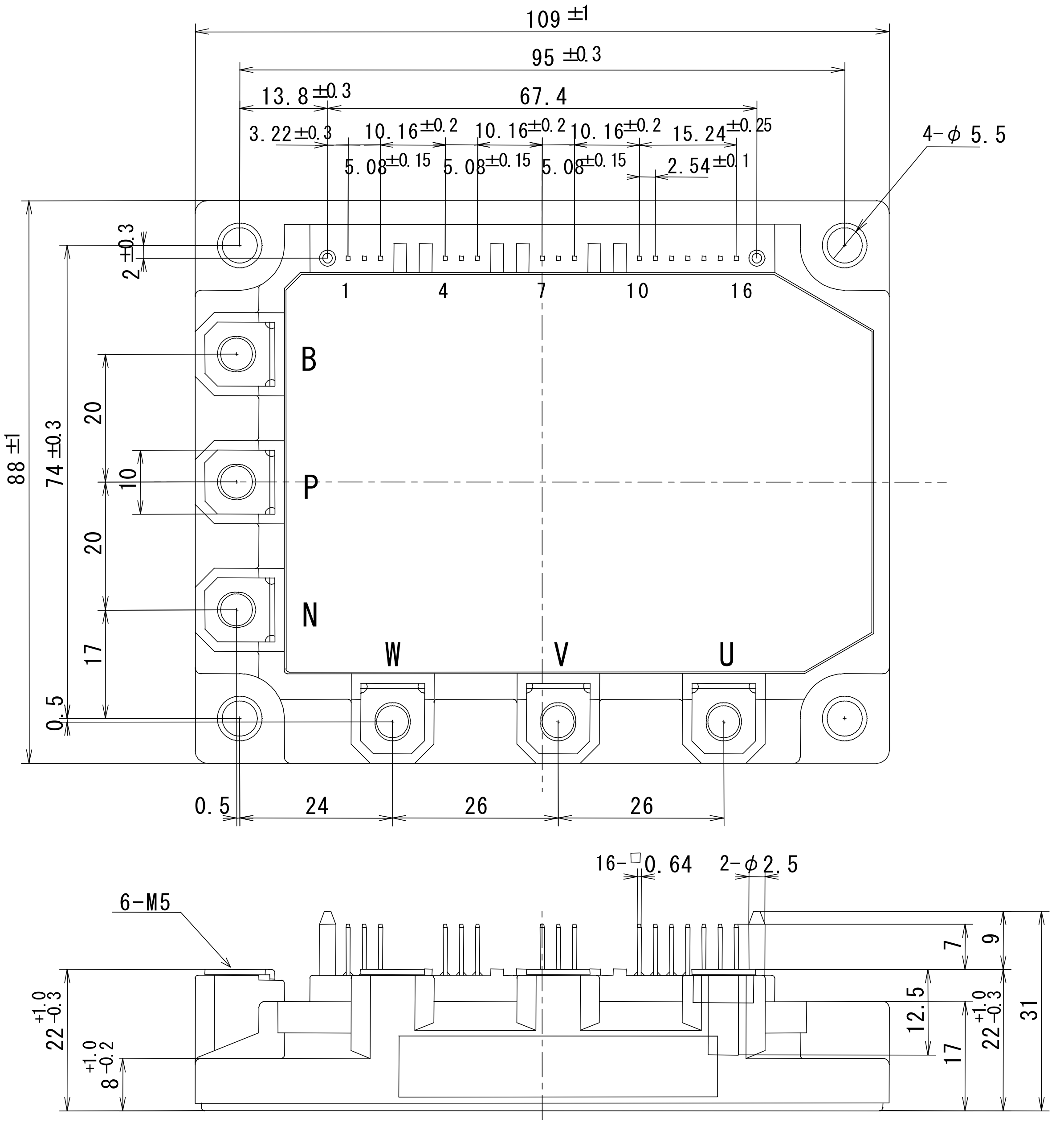


图 1-4 外形尺寸图 (P611)

对象型号：6MBP100RA060、6MBP150RA060、6MBP100RTB060、6MBP150RTB060、6MBP50RA120、6MBP75RA120

7MBP100RA060、7MBP150RA060、7MBP100RTB060、7MBP150RTB060、7MBP50RA120、7MBP75RA120

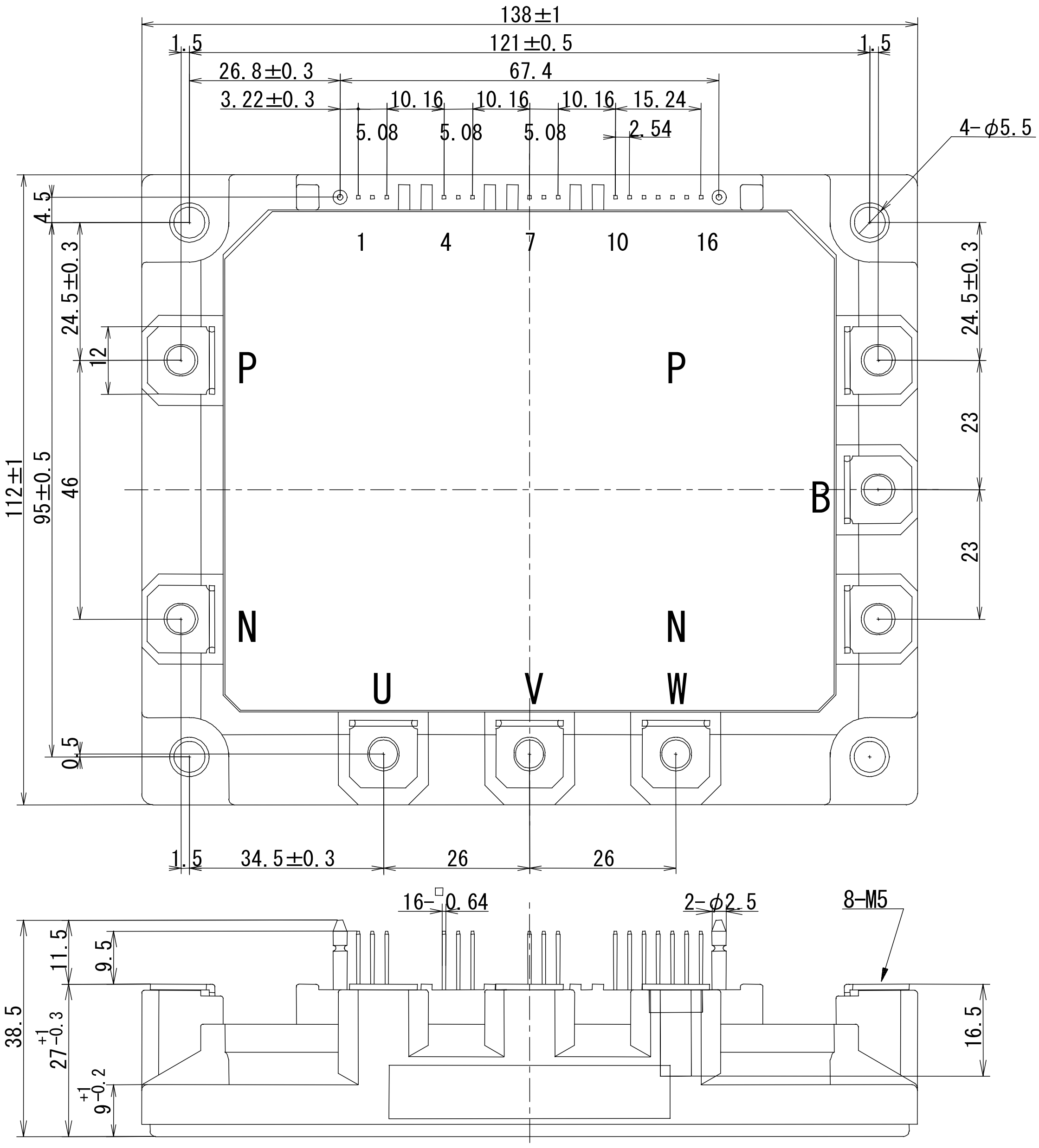


图 1-5 外形尺寸图 (P612)

对象型号：6MBP200RA060、6MBP300RA060、6MBP100RA120、6MBP150RA120

7MBP200RA060、7MBP300RA060、7MBP100RA120、7MBP150RA120

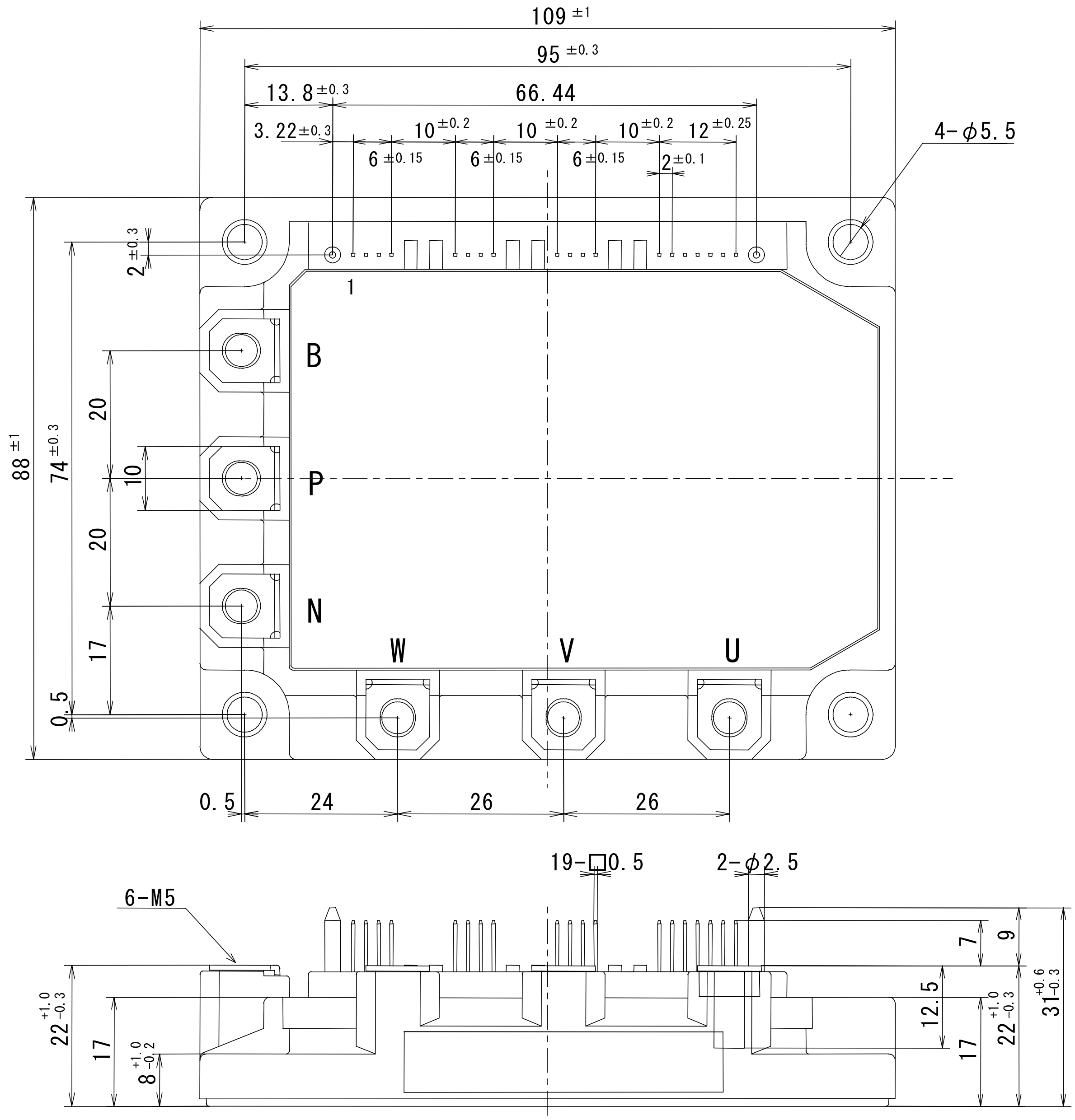


图 1-6 外形尺寸图 (P621)

对象型号：6MBP50RTJ060、6MBP75RTJ060、6MBP100RTJ060、6MBP150RTJ060、6MBP25RJ120、6MBP50RJ120、6MBP75RJ120

7MBP50RTJ060、7MBP75RTJ060、7MBP100RTJ060、7MBP150RTJ060、7MBP25RJ120、7MBP50RJ120、7MBP75RJ120

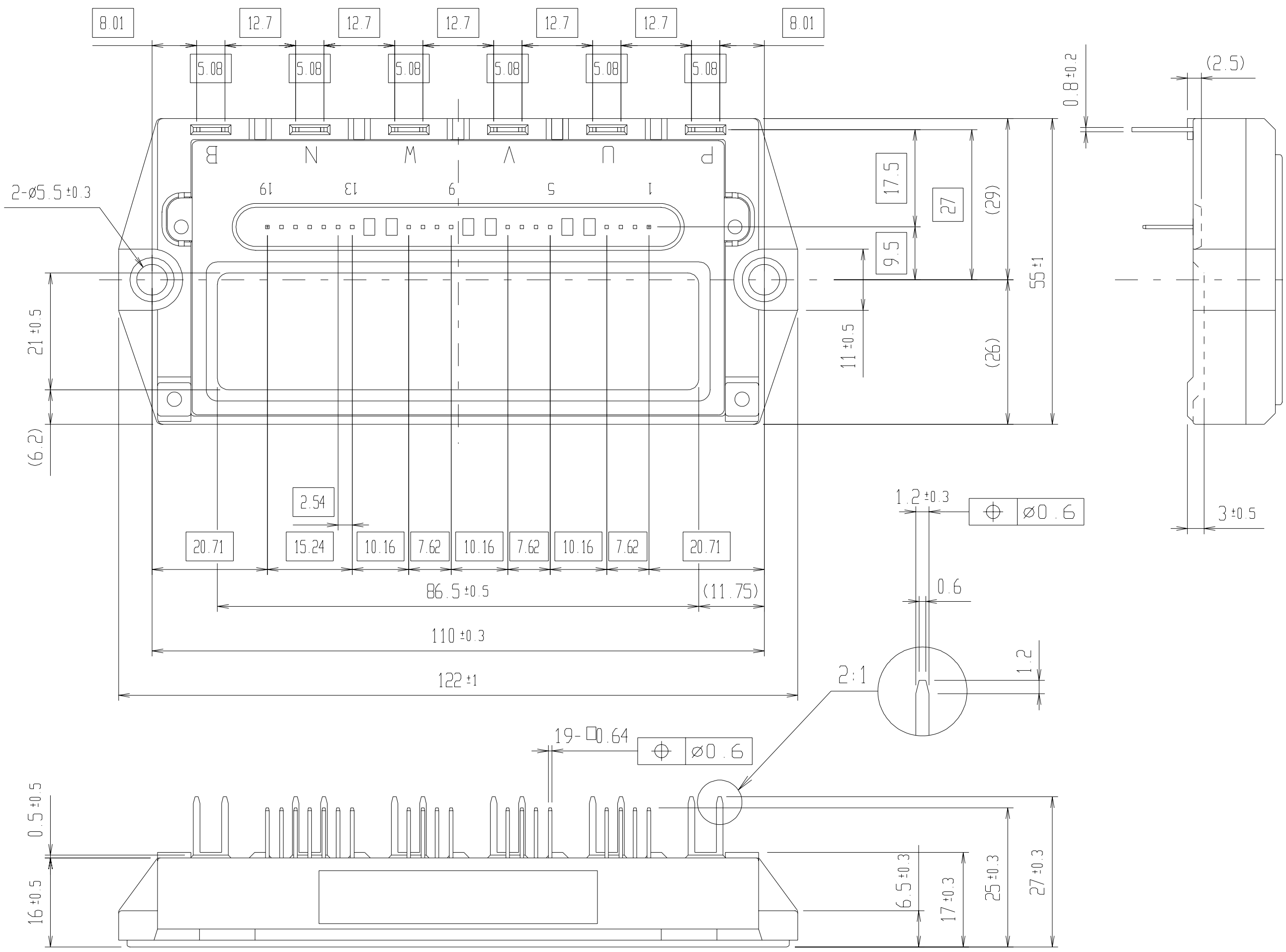


图 1-7 外形尺寸图 (P622)

对象型号：6MBP50TEA060、6MBP75TEA060、6MBP100TEA060、6MBP150TEA060

6MBP25TEA120、6MBP50TEA120、6MBP75TEA120

7MBP50TEA060、7MBP75TEA060、7MBP100TEA060、7MBP150TEA060

7MBP25TEA120、7MBP50TEA120、7MBP75TEA120

第 2 章

端子符号、术语的说明

目　　录　　页码

1 端子符号说明

主端子

端子符号	内容
P N	变频器（逆变器）的整流转换器平滑滤波后的主电源 V_d 的输入端子 P：＋端、N：－端
B	制动输出端子：减速时再生制动用电阻电流的输出端子
U V W	三相变频器（逆变器）输出端子
N2	变频器（逆变器）装置的整流转换器平滑滤波后的主电源 V_d 的一侧输入端子 (P617、619)
N1	改变 OC 电平时，在外部连接电阻用的端子 (P617、619)

控制端子

端子符号	P610、P611 P612	P617 P619	P621 P622	内容
GND U Vcc U	① ③	① ③	① ④	上臂 U 相的控制电源 Vcc 输入 Vcc U：＋侧、GND U：－侧
Vin U	②	②	③	上臂 U 相的控制信号输入
ALM U	—	—	②	保护电路动作时上臂 U 相的警报输出
GND V Vcc V	④ ⑥	④ ⑥	⑤ ⑧	上臂 V 相的控制电源 Vcc 输入 Vcc V：＋侧、GND V：－侧
Vin V	⑤	⑤	⑦	上臂 V 相的控制信号输入
ALM V	—	—	⑥	保护电路动作时上臂 V 相的警报输出
GND W Vcc W	⑦ ⑨	⑦ ⑨	⑨ ⑫	上臂 W 相的控制电源 Vcc 输入 Vcc W：＋侧、GND W：－侧
Vin W	⑧	⑧	⑪	上臂 W 相的控制信号输入
ALM W	—	—	⑩	保护电路动作时上臂 W 相的警报输出
GND Vcc	⑩ ⑪	⑩ ⑪	⑬ ⑭	下臂共用的控制电源 Vcc 输入 Vcc：＋侧、GND：－侧
Vin X	⑬	⑫	⑯	下臂 X 相控制信号输入
Vin Y	⑭	⑬	⑰	下臂 Y 相控制信号输入
Vin Z	⑮	⑭	⑱	下臂 Z 相控制信号输入
Vin DB	⑫	—	⑮	下臂制动相控制信号输入
ALM	⑯	⑮	⑲	保护电路动作时下臂警报输出

2 术语说明

1. 绝对最大额定值

术语		符号	内容
电源电压		V_{DC}	PN 端子之间可施加的直流电源电压
电源电压（电涌）		$V_{DC(surge)}$	由于开关作用，在 PN 端子之间可施加的电涌电压峰值
电源电压（短路时）		V_{SC}	可进行短路、过电流保护的 PN 端子之间直流电源电压
集电极、发射极间电压		V_{CES}	内置 IGBT 芯片的集电极・发射极间最大电压以及 FWD 芯片的反复峰值反向电压（制动部仅对 IGBT）
反向电压		V_R	制动部 FWD 芯片的反复峰值反向电压
集电极电流		I_C	IGBT 芯片能容许的最大直流集电极电流
		I_{CP}	IGBT 芯片能容许的最大脉冲集电极电流
		$-I_C$	FWD 芯片能容许的最大直流正向电流
FWD 正向电流		I_F	制动部 FWD 芯片能容许的最大直流正向电流
集电极损耗		P_C	IGBT 芯片 1 个元件能消耗的功率最大値 Tc＝25°C 时，Tj＝150°C 的损耗
控制电源电压		V_{CC}	Vcc-GND 端子之间能施加的电压
输入电压		V_{in}	Vin-GND 端子之间能施加的电压
输入电流		I_{in}	Vin-GND 端子之间能流经的电流的最大値
警报加载电压		V_{ALM}	ALM-GND 端子之间能施加的电压
警报输出电流		I_{ALM}	ALM-GND 端子之间能流经的电流的最大値
芯片接合部温度		Tj	IGBT、FWD 芯片能够连续动作的芯片接合温度最大值
动作时外壳温度		Topr	能进行电气动作时最高外壳温度范围 （外壳温度 Tc 测试点见图 1。）
保存温度		T_{stg}	不施加电气负荷，能够保存或者运送的环境温度范围
绝缘耐压		Viso	在全部端子短路的状态下，端子和散热器安装面之间能容许的正弦波电压的最大有效値
紧固扭矩	端子	—	使用指定的螺丝，连接端子和外部配线时的最大扭矩
	装配	—	使用指定的螺丝，在散热器上安装元件时的最大扭矩

2. 电气特性

2.1 主电路

术语	符号	内容
集电极、发射极间遮断电流	I_{CES}	以全部输入信号 H(=Vz)，在 IGBT 的集电极和发射极间施加指定电压时的泄漏电流
集电极、发射极间饱和电压	V_{CE} (sat)	保有测试对象元件的输入信号为 L(=0V)，其它的所有元件的输入为 H(=Vz)时，额定集电极电流通过时的集电极、发射极之间的电压
二极管正向电压	V_F	以全部输入信号 H(=Vz)，二极管上流经额定电流时的正向电压
开通时间	ton	见从输入信号降至阀值以下开始，至集电极电流达到额定的90%以上之前的时间图2-3
关断时间	toff	见从输入信号超过阀值开始，至集电极电流降至额定的10%以下之前的时间图2-3
脉冲下降时间	tf	见IGBT关断时，集电极电流从额定的90%开始，在减少的电流切线上降至10%以下之前的时间图2-3。
反向回复时间	trr	见至内置二极管的反向回复电流消失所需要的时间图2-3。

2.2 控制电路

术语	符号	内容
控制电源消耗电流	Iccp	P 侧（上臂侧）控制电源 Vcc-GND 之间的电流
	Iccn	N 侧（下臂侧）控制电源 Vcc-GND 之间的电流
输入阀值电压	Vinth (on)	IGBT 从 off 转为 on 状态的控制信号电压
	Vinth (off)	IGBT 从 on 转为 off 状态的控制信号电压
齐纳电压	Vz	控制信号 off 时，在 Vin-GND 之间连接的齐纳二极管的作用下，Vin-GND 间的钳位电压
警报输出维持时间	tALM	N 侧保护功能动作，维持警报信号输出的时间
警报输出电阻	R_{ALM}	串联在警报端子上的内置电阻的値 限制光耦合器 1 次侧正向电流
电流检测用分流电阻	R1	IPM 内置分流电阻单体的电阻值（P617、P619)

2.3 保护电路

术语	符号	内容
过电流保护动作电流	I_{oc}	过电流保护(OC)动作的 IGBT 集电极电流
过电流遮断滞后时间	tdoc	见图 2-1
短路保护滞后时间	tsc	见图 2-2
芯片过热保护温度	TjoH	IGBT 芯片接合部温度 Tj 过热，对 IGBT 进行软遮断时的断路温度
芯片过热保护磁滞	TjH	保护动作后，在输出停止重置前需要降下的温度
外壳过热保护温度	TcOH	外壳温度 Tc 过热，对 IGBT 实施软遮断的断路温度
外壳过热保护磁滞	TcH	保护动作后，在输出停止重置前需要降下的温度
控制电源电压不足保护电压	V_{UV}	控制电源电压 Vcc 下降，对 IGBT 软遮断的断路电压
控制电源电压不足保护磁滞	V_H	保护动作后，在输出停止重置前必需的返回电压

3. 热特性

术语	符号	内容
芯片、外壳间热阻	Rth(j-c)	IGBT 或者二极管的芯片、外壳之间的热阻
外壳、散热片间热阻	Rth(c-f)	采用热复合材料，按照推荐的扭矩值，安装到散热器上的状态下，外壳、散热器之间的热阻
外壳温度	Tc	IPM 的外壳温度（IGBT 或者二极管下面的铜底板下表面的温度）

4. 噪声容量

术语	符号	内容
共态噪声	—	本公司测试电路上的共态噪声容量
雷电涌	—	本公司测试电路上的雷电涌容量

5. 其它

术语	符号	内容
质量	Wt	IPM 单体的重量
开关频率	fsw	控制信号输入端子中能够输入的控制信号频率范围
反向回复电流	Irr	见图 4
反向偏压安全动作范围	RBSOA	关断时，在指定条件下，能够遮断 IGBT 的电流和电压的范围 如果超出该范围使用，可能会导致元件损坏
开关损耗	Eon	开通时的 IGBT 开关损耗
	Eoff	关断时的 IGBT 开关损耗
	Err	反向回复时的 FWD 开关损耗

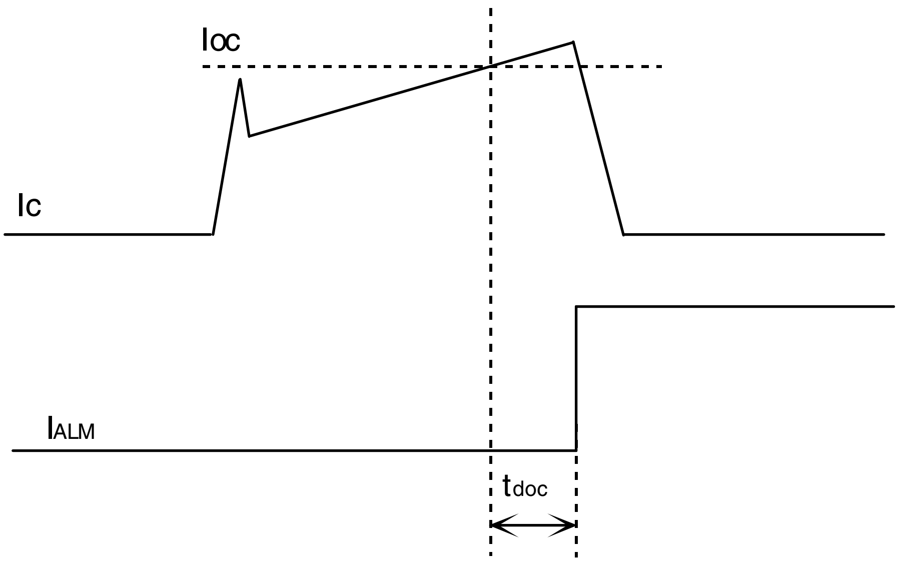


图 2-1　过电流保护滞后时间　(tdoc)

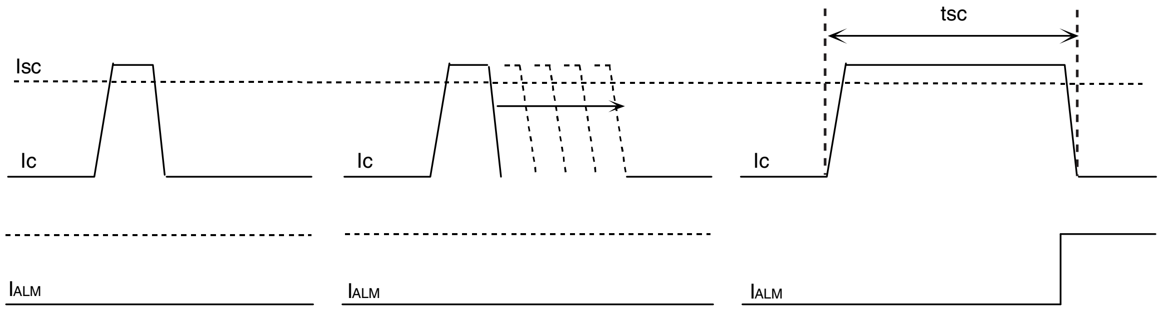


图 2-2　短路保护滞后时间　(tsc)

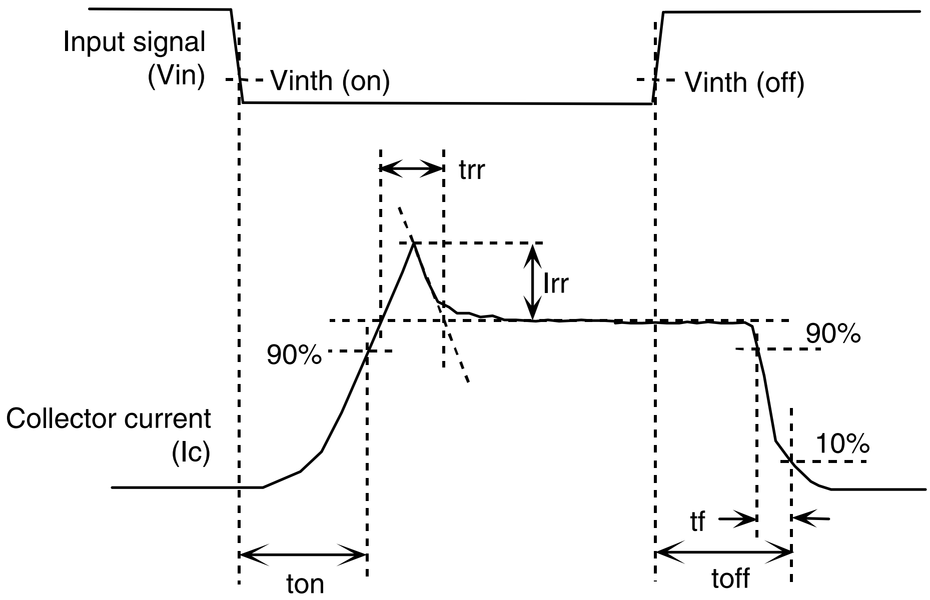


图 2-3　开关时间

第 3 章
功能说明

目　　录	页码

1 功能一览表

IPM 内置功能见表 3-1～表 3-3。

表 3-1　IPM 内置功能(R-IPM)

600V

元件数	型号	内置功能								封装
		上下臂共通			上臂		下臂			
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM	TcOH	
6 in 1	6MBP15RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP20RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP30RH060	○	○	○	—	—	○	○	—	P617
	6MBP50RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP75RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP100RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP150RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP200RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	6MBP300RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
7 in 1	7MBP50RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP75RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP100RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP150RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP200RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	7MBP300RA060	○	○	○	○	—	○	○	○	P612

1200V

元件数	型号	内置功能								封装
		上下臂共通			上臂		下臂			
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM	TcOH	
6 in 1	6MBP15RA120	○	○	○	—	—	○	○	—	P619
	6MBP25RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP50RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP75RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP100RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	6MBP150RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
7 in 1	7MBP25RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP50RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP75RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP100RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
	7MBP150RA120	○	○	○	○	—	○	○	○	P612
6 in 1	6MBP25RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP50RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP75RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
7 in 1	7MBP25RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP50RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP75RJ120	○	○	○	○	○	○	○	○	P621

Dr: IGBT 驱动电路、UV: 控制电源不足电压保护、TjOH: 元件过热保护、OC: 过电流保护、ALM: 警报输出、TcOH: 外壳过热保护

表 3-2　IPM 内置功能(R-IPM3)

600V

元件数	型号	内置功能								封装
		上下臂共通			上臂		下臂			
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM	TcOH	
6 in 1	6MBP20RTA060	○	○	○	—	—	○	○	—	P619
	6MBP50RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP75RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	6MBP100RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	6MBP150RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
7 in 1	7MBP50RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP75RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P610
	7MBP100RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
	7MBP150RTB060	○	○	○	○	—	○	○	○	P611
6 in 1	6MBP50RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP75RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP100RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	6MBP150RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
7 in 1	7MBP50RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP75RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP100RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621
	7MBP150RTJ060	○	○	○	○	○	○	○	○	P621

Dr: IGBT 驱动电路、UV: 控制电源不足电压保护、TjOH: 元件过热保护、OC: 过电流保护、ALM: 警报输出、TcOH: 外壳过热保护

表 3-3　IPM 内置功能(Econo IPM)

600V

元件数	型号	内置功能								封装
		上下臂共通			上臂		下臂			
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM	TcOH	
6 in 1	6MBP50TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP75TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP100TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP150TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
7 in 1	7MBP50TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP75TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP100TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP150TEA060	○	○	○	○	○	○	○	—	P622

1200V

元件数	型号	内置功能								封装
		上下臂共通			上臂		下臂			
		Dr	UV	TjOH	OC	ALM	OC	ALM	TcOH	
6 in 1	6MBP25TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP50TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	6MBP75TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
7 in 1	7MBP25TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP50TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622
	7MBP75TEA120	○	○	○	○	○	○	○	—	P622

Dr: IGBT 驱动电路、UV: 控制电源不足电压保护、TjOH: 元件过热保护、OC: 过电流保护、ALM: 警报输出、TcOH: 外壳过热保护

2 功能说明

2.1 三相变频器（逆变器）用 IGBT、FWD

如图 3-1 所示，内置三相变频器（逆变器）用 IGBT 及 FWD，在 IPM 内部构成三相电桥电路。在 P、N 端子上连接主电源，在 U、V、W 端子上连接三相输出线，组成主配线。为了抑制电涌电压，请连接缓冲电路再使用。

2.2 制动用 IGBT、FWD

如图 3-1 所示，内置用于制动电路的 IGBT 及 FWD，IGBT 的集电极作为 B 端子输出到外部。在 P－B 端子之间连接制动电阻，通过控制制动 IGBT，消耗减速时的再生能量，从而能够抑制 P－N 端子之间的电压上升。

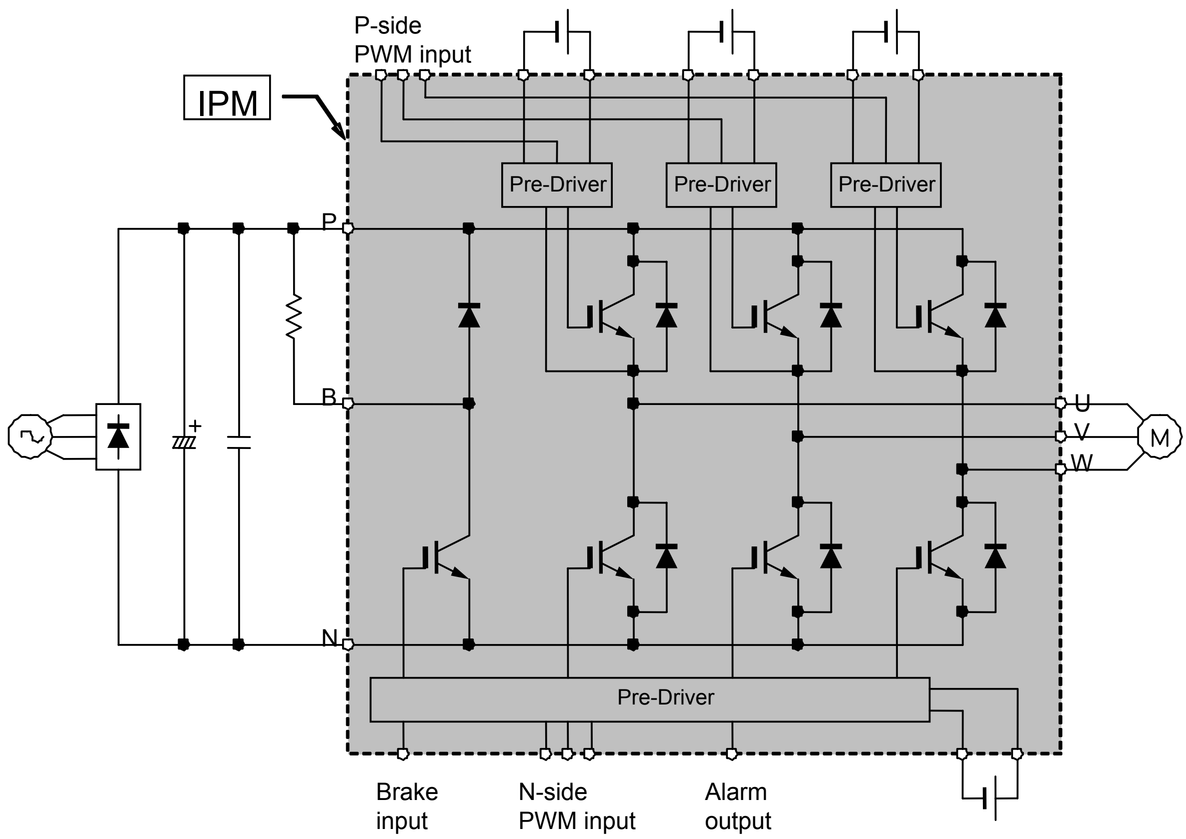


图 3-1　3 相变频器（逆变器）适用例（7MBP150RTB060 时）

2.3　IGBT 驱动功能

图 3-2 表示预驱动器的电路框图。IPM 由于内置 IGBT 的驱动功能，所以只要将光耦合器输出连接到 IPM，就能够不设计门电阻値而驱动 IGBT。下面介绍本驱动功能的特点。

・独立的门电阻控制

不使用单一的门电阻 Rg，内置开通 / 关断专用 Rg。这样就可以独立控制开通和关断的 dv/dt，因此也就能够充分发挥元件的特性 (Turn on/Normal Shutdown)。

・软遮断

在出现过电流等异常时，可将门电压缓慢下降，防止因电涌电压导致元件破坏 (Soft Shutdown)。

・防止误打开

断开时，由于设有将 IGBT 的门电极以低阻抗进行发射极接地的电路，可以防止因噪声等使 VGE 上升出现误打开 (Off Hold)。

・无需反向偏压电源

IPM 由于驱动电路和 IGBT 之间的配线较短，配线阻抗较小，无反向偏压也能够实施驱动。

・警报闩锁

警报具有约 2ms 的闩锁时间，在闩锁期间即使输入打开信号，IGBT 也不会工作。而且下臂侧由于包括制动电路在内，各相 ALM 之间相互连接，所以下臂侧出现保护动作的话，下臂全部 IGBT 会在闩锁期间停止。

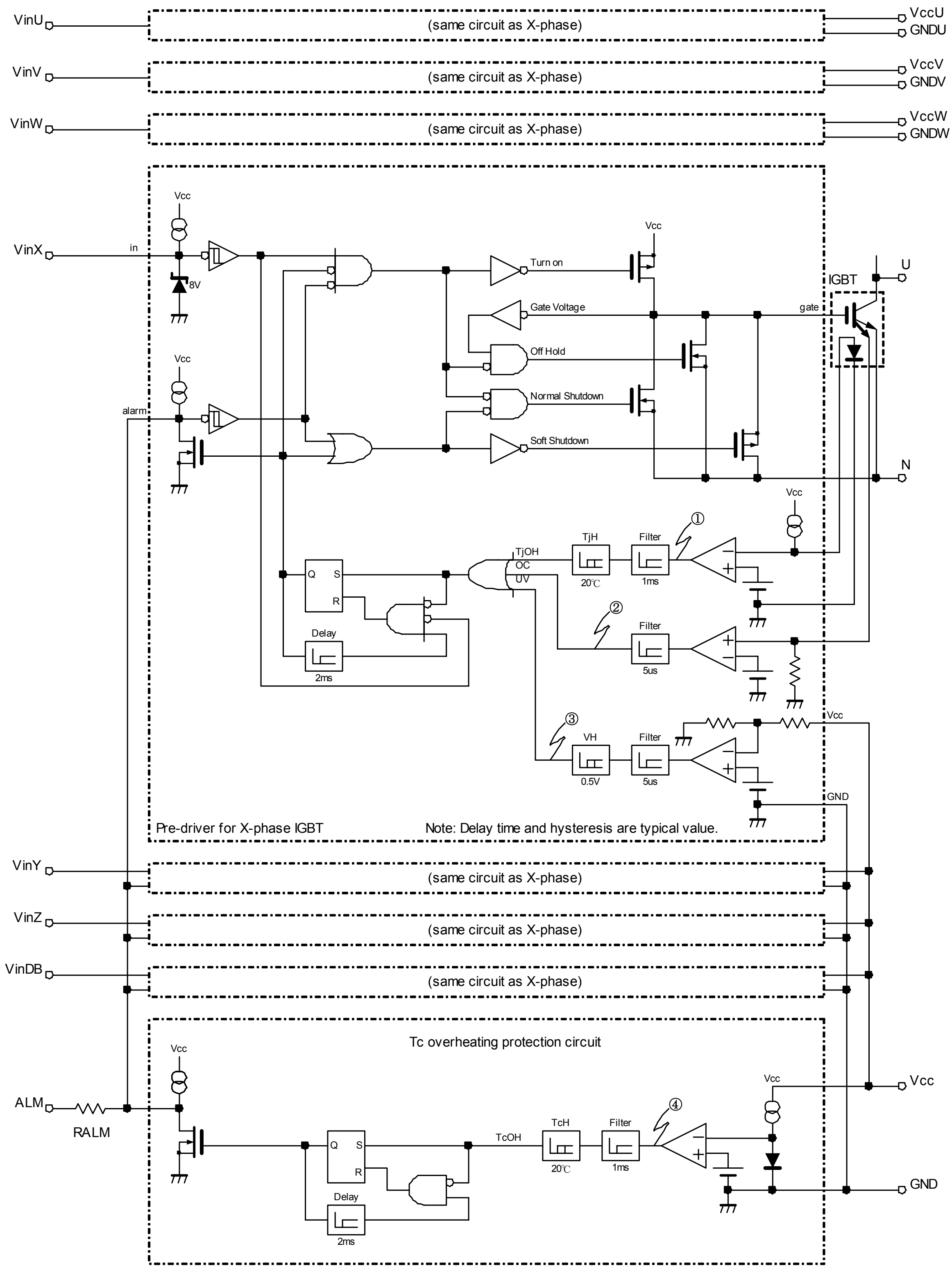


图 3-2　IPM 功能电路框图（代表例：7MBP150RTB060）

2.4　过电流保护功能 (OC)

检测方式采用感知 IGBT 方式和分流电阻方式两种。

①感知 IGBT 方式

采用机型：　P610/P611/P612/P621/P622

・通过将内置于 IGBT 芯片中的电流感知 IGBT 上出现的感知电流加入到控制电路，对 IGBT 中的主电流进行检测。感知电流与主电流相比非常小，因此与分流电阻方式相比，可以降低检测损耗。

・在约 5μs(tdoc)期间内连续超过过电流保护 Ioc 电平，则会软遮断 IGBT。由于装有检测滤波器，可以防止因瞬间过电流及噪声而导致的误动作。

・约 2ms 后下降到 Ioc 以下，如果输入信号为 OFF，则警报解除。

②分流电阻方式

采用机型：　P617/P619

・检测连接在直流 N 母线线路上的电流检测用分流电阻 R1 的两端电压来进行过电流保护。在约 5μs(tdoc)期间内连续超过过电流保护 Ioc 电平，则会软遮断 IGBT。由于装有检测滤波器，可以防止因瞬间过电流及噪声而导致的误动作。

・约 2ms 后下降到 Ioc 以下，如果输入信号为 OFF，则警报解除。

2.5　短路保护功能 (SC)

・OC 保护功能中，全部 SC 保护功能连动，可抑制负载短路及臂短路时的峰值电流。

2.6　控制电源电压下降保护功能 (UV)

・控制电源电压(Vcc)在约 5μs 期间内连续低于 VUV 时，UV 保护功能会将 IGBT 软遮断。

・由于设有磁滞 VH，经过约 2ms 后，Vcc 会回复到 VUV+VH 以上，如果输入信号为 OFF，则警报解除。

2.7　外壳温度过热保护功能 (TcOH)

・TcOH 保护功能通过与功率芯片(IGBT、FWD)安装在同一陶瓷基板上的温度检测元件来检测绝缘基板温度，当检测温度连续超出保护电平 TcOH 约 1ms 以上时，会将 IGBT 软遮断。

・由于设有磁滞 TcH，经过约 2ms 后，Tc 会低于 TcOH-TcH，警报解除。

・TcOH 检测位置见图 3-3～图 3-6。

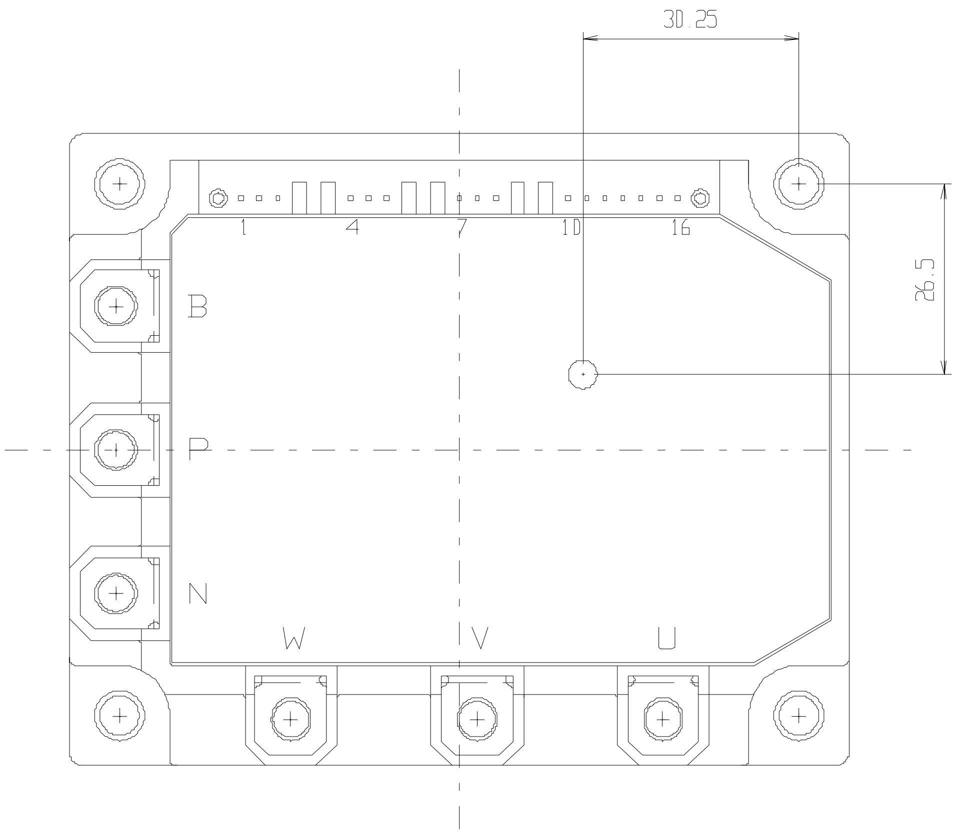


图 3-3　　TcOH 检测位置 (P610)

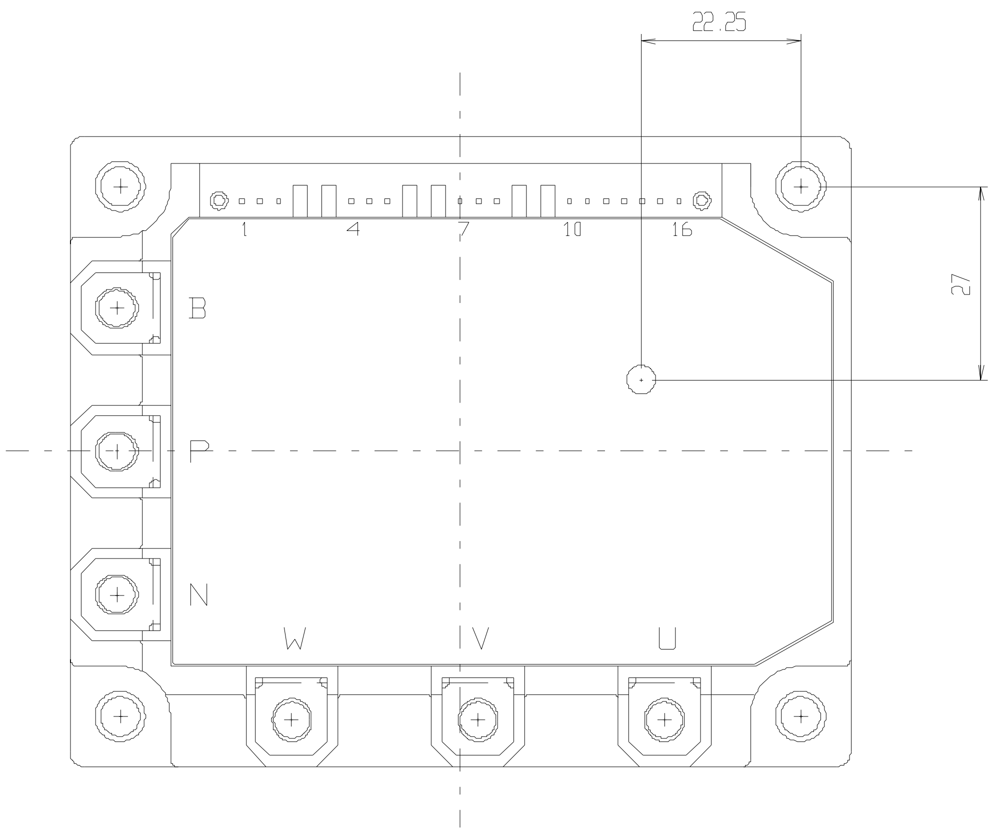


图 3-4　　TcOH 检测位置 (P611)

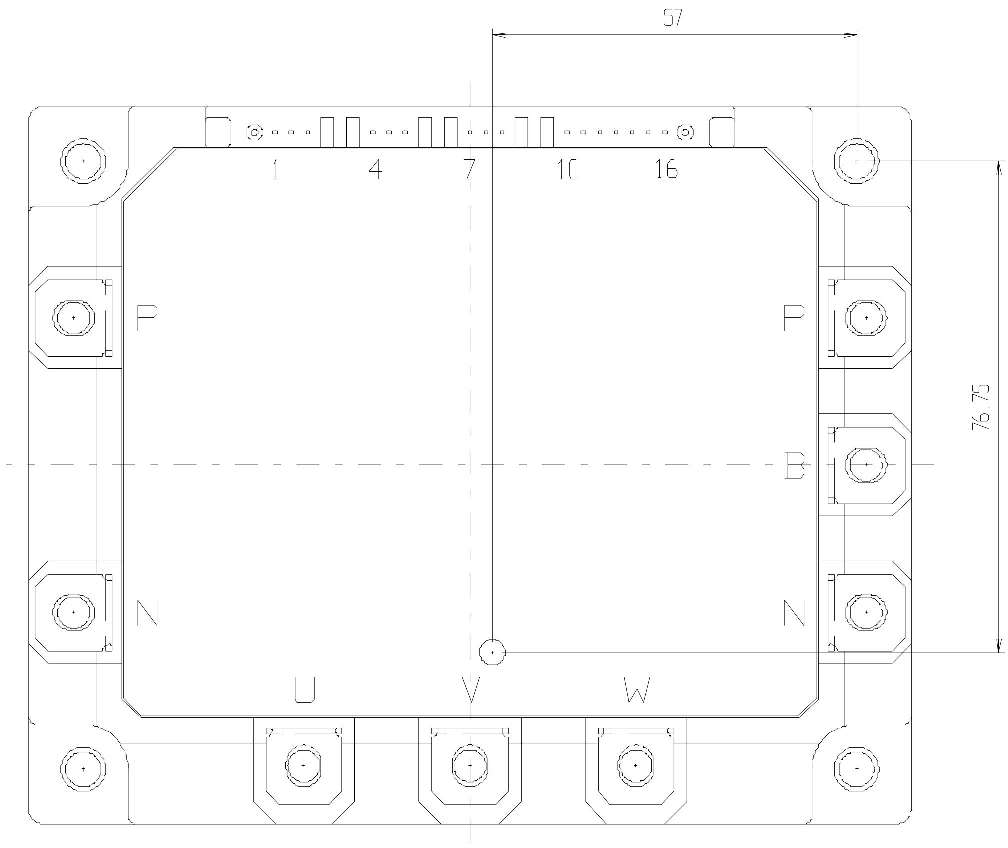


图 3-5　TcOH 检测位置（P612）

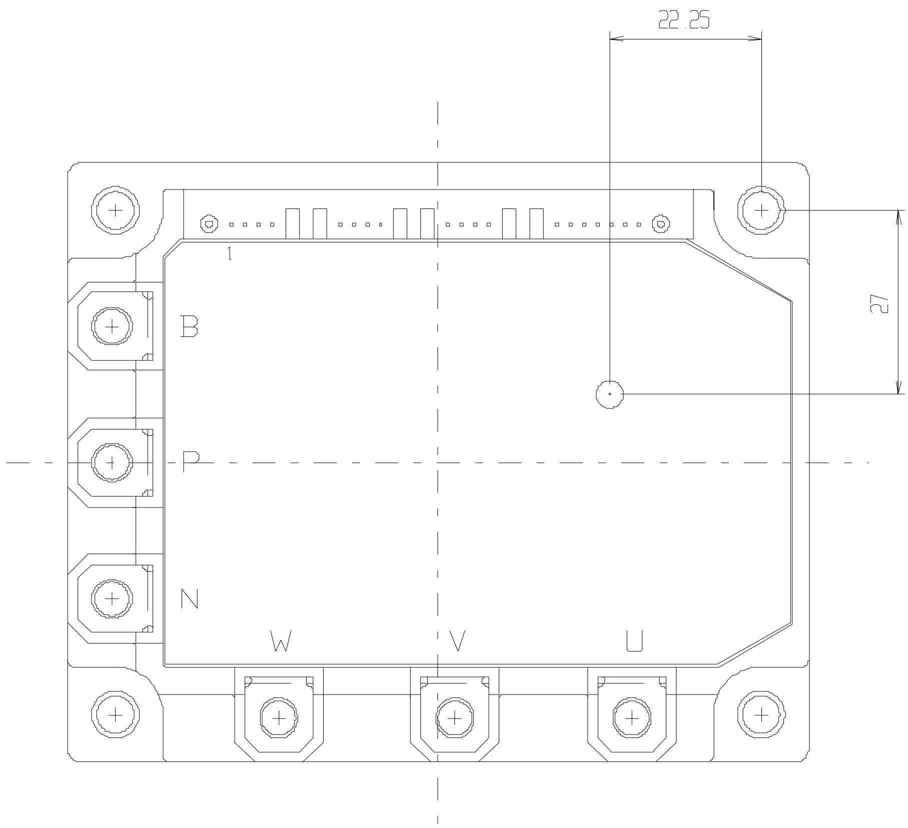


图 3-6　TcOH 检测位置（P621）

2.8　芯片温度过热保护功能 (TjOH)

・TjOH 保护功能通过设在全部 IGBT 芯片上的温度检测元件来检测 IGBT 芯片温度，当检测温度连续超过保护电平(TjOH)约 1ms 以上时，会将 IGBT 软遮断。

・由于设有磁滞 TjH，约 2ms 后 Tj 会低于 TjOH-TjH，并且当输入信号为 OFF 时，警报解除。

2.9　警报输出功能 (ALM)

・保护功能动作时，警报输出端子相对各基准电位 GND 导通。有能力以开放集电极输出，直接驱动光耦合器，内置 1.5kΩ的串联电阻。

・保护功能动作时，警报信号输出会持续约 2ms (tALM)。当警报原因消除，经过 tALM 以上，而且输入信号为 OFF 的话，则警报解除。原因为 TcOH 时，则与输入信号无关，直接警报解除。

・下臂侧各驱动电路的警报端子相互连接，所以任何一个 IGBT 一旦输出了警报，则包括制动电路在内的下臂侧全部 IGBT 会停止。

3　真值表

故障发生时的真值表见表 3-4～表 3-7。

表 3-4　真值表 (P617、P619)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output Low side
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	
High side U-phase	UV	OFF	*	*	*	High
	TjOH	OFF	*	*	*	High
High side V-phase	UV	*	OFF	*	*	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High
High side W-phase	UV	*	*	OFF	*	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	Low
	UV	*	*	*	OFF	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	Low

* Depend on input logic

表 3-5 真值表 (P610、P611、P612)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output Low side
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	High
	UV	OFF	*	*	*	High
	TjOH	OFF	*	*	*	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High
	UV	*	OFF	*	*	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High
	UV	*	*	OFF	*	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	Low
	UV	*	*	*	OFF	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	Low
	TcOH	*	*	*	OFF	Low

* Depend on input logic

表 3-6 真值表 (P621)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output			
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	ALMU	ALMV	ALMW	ALM
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	UV	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	TjOH	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	UV	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	UV	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	UV	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TcOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low

* Depend on input logic

表 3-7 真值表 (P622)

	Cause of fault	IGBT				Alarm output			
		U-phase	V-phase	W-phase	Low side	ALMU	ALMV	ALMW	ALM
High side U-phase	OC	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	UV	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
	TjOH	OFF	*	*	*	Low	High	High	High
High side V-phase	OC	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	UV	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
	TjOH	*	OFF	*	*	High	Low	High	High
High side W-phase	OC	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	UV	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
	TjOH	*	*	OFF	*	High	High	Low	High
Low side	OC	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	UV	*	*	*	OFF	High	High	High	Low
	TjOH	*	*	*	OFF	High	High	High	Low

* Depend on input logic

4 IPM 电路框图

IPM 电路框图见图 3-7～图 3-14。

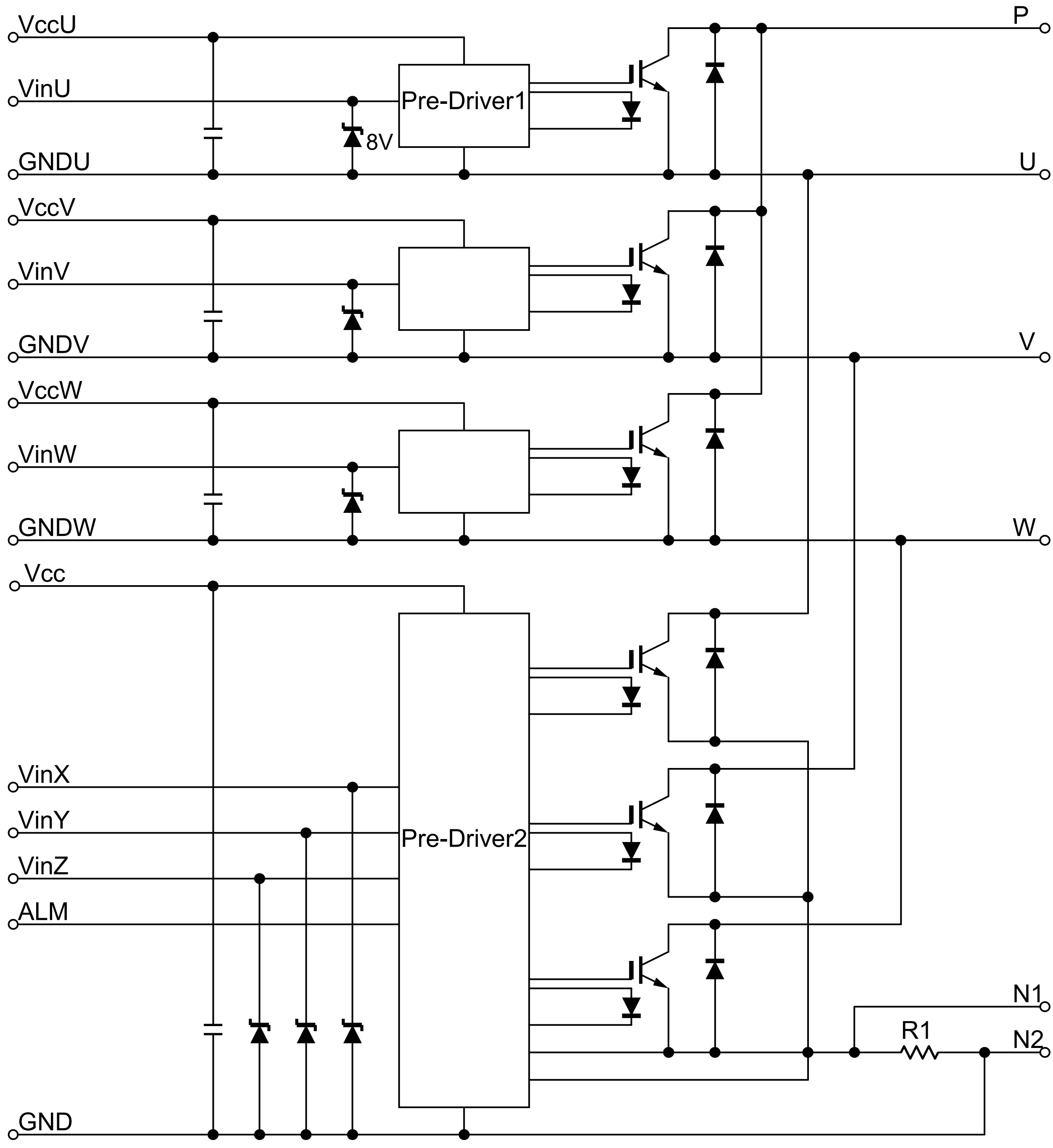


图 3-7 IPM 电路框图 (P617)

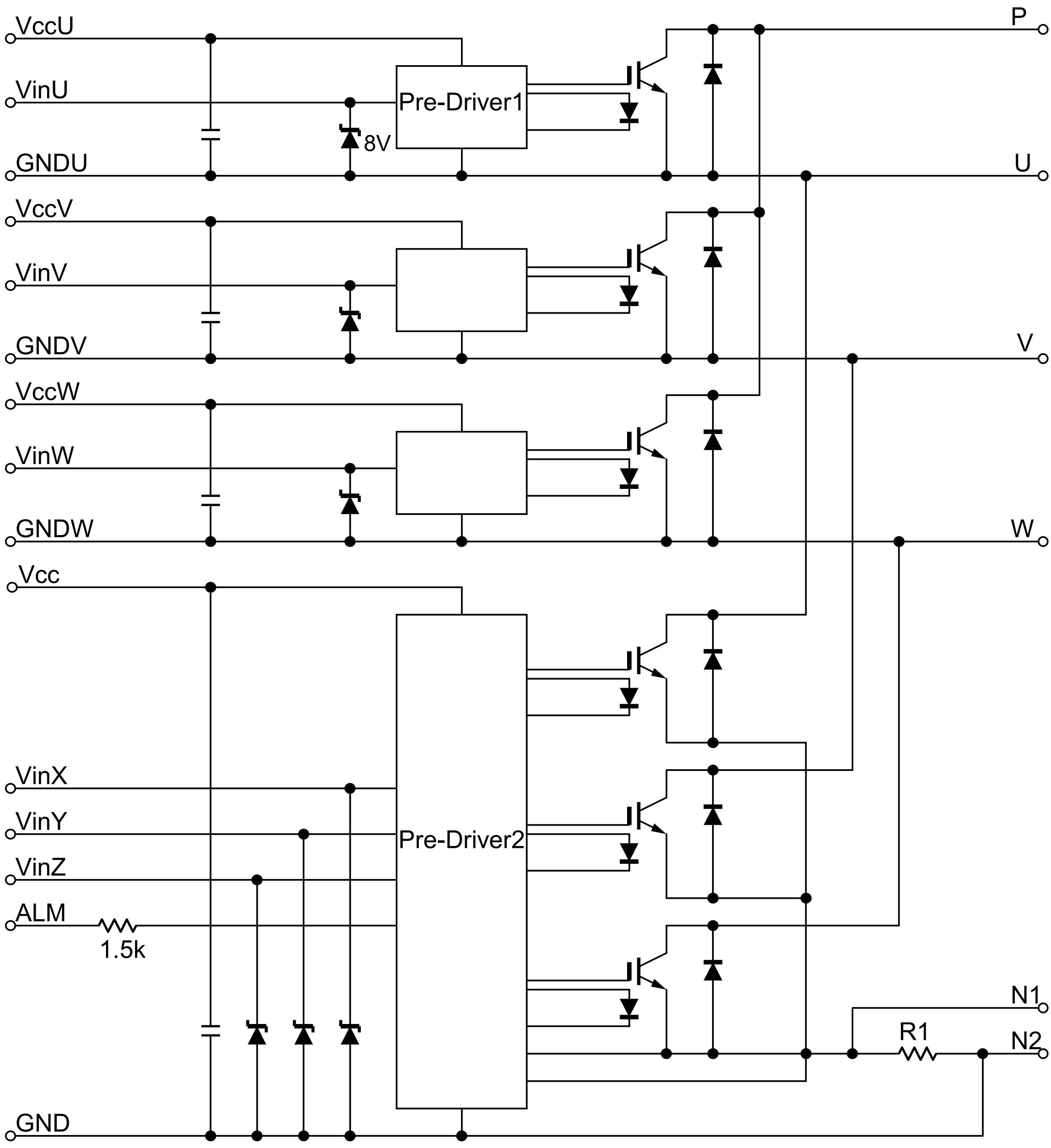


图 3-8　IPM 电路框图（P619）

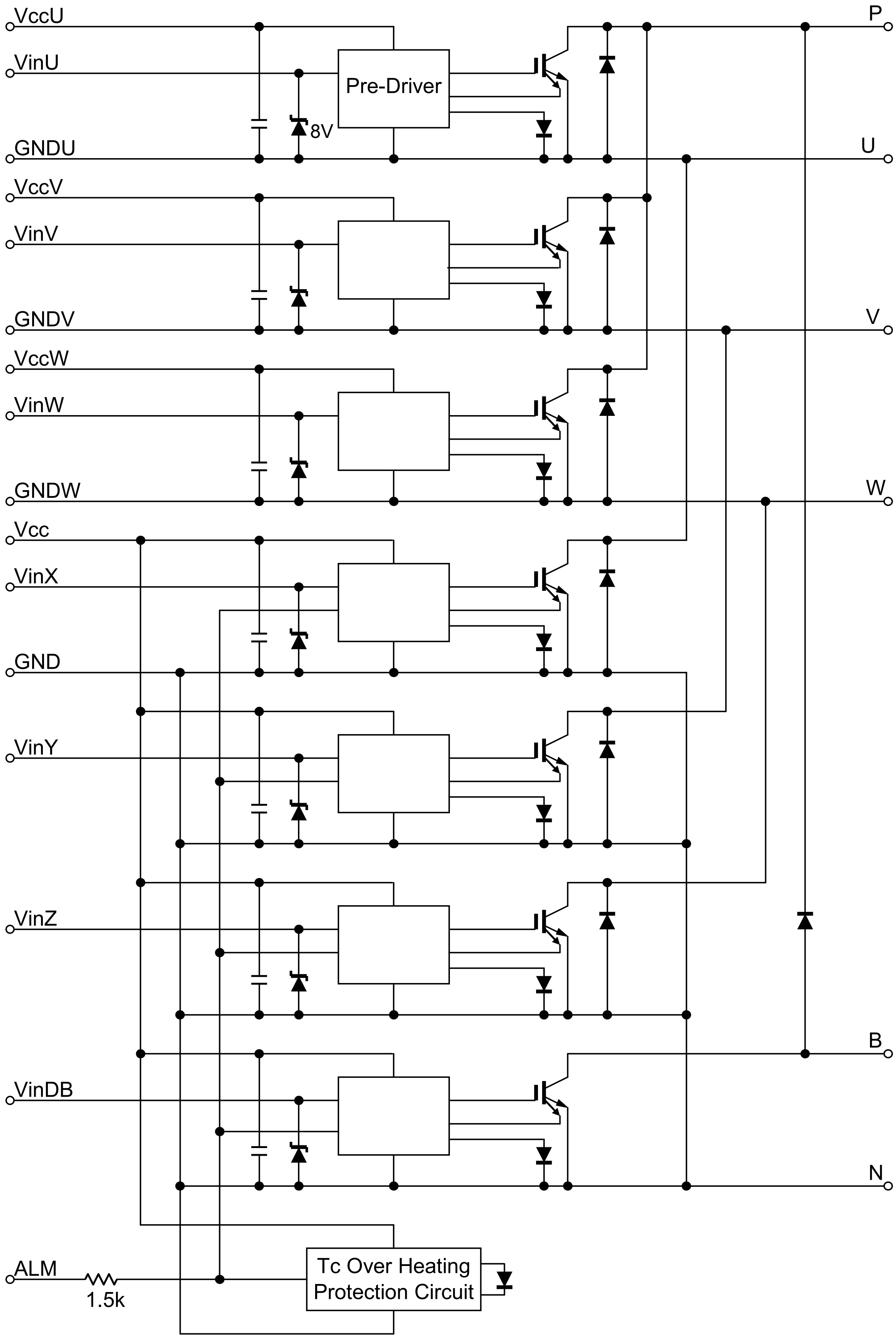


图 3-9　IPM 电路框图（P610、P611、P612　内置制动电路）

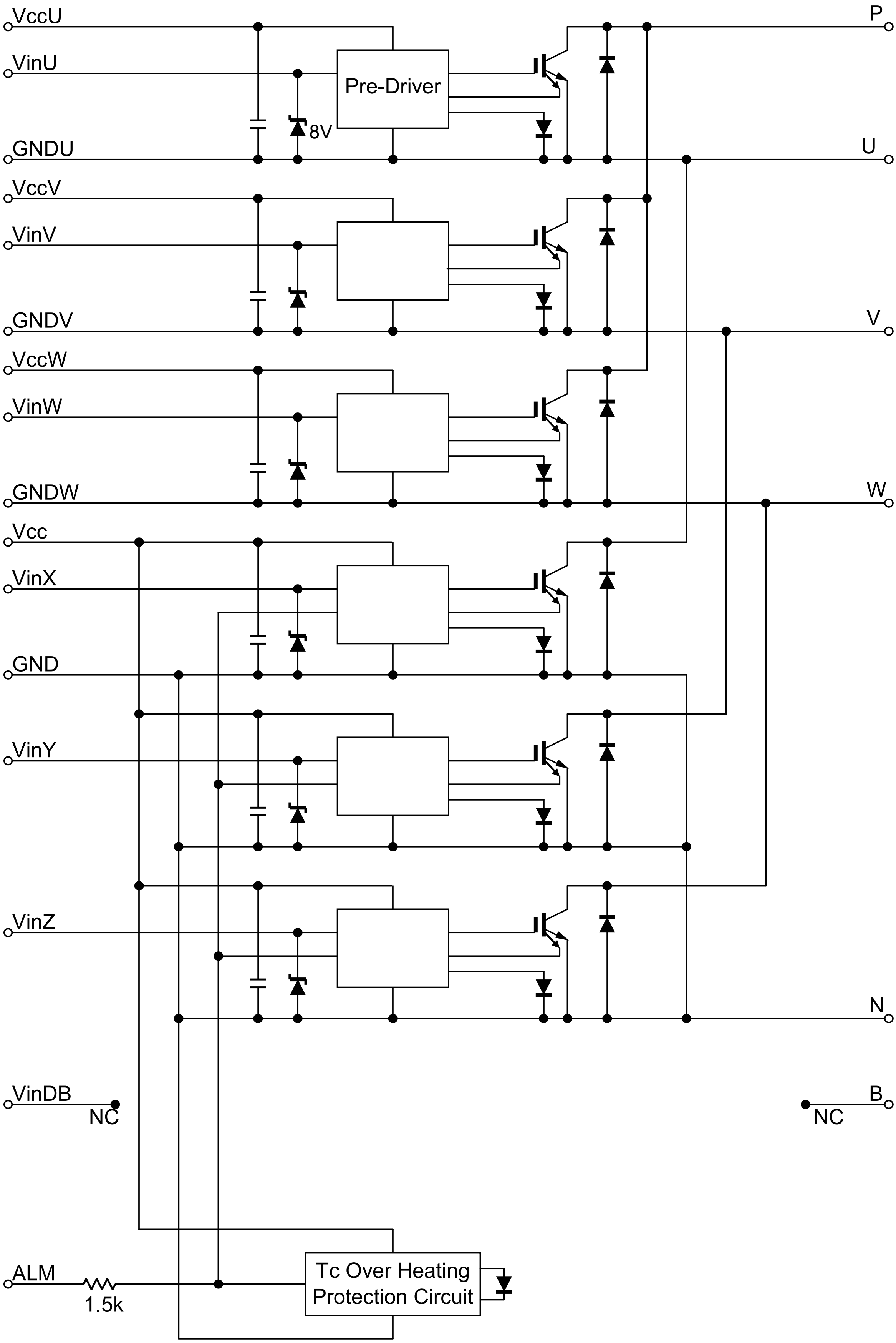


图 3-10　IPM 电路框图（P610、P611、P612　无制动电路）

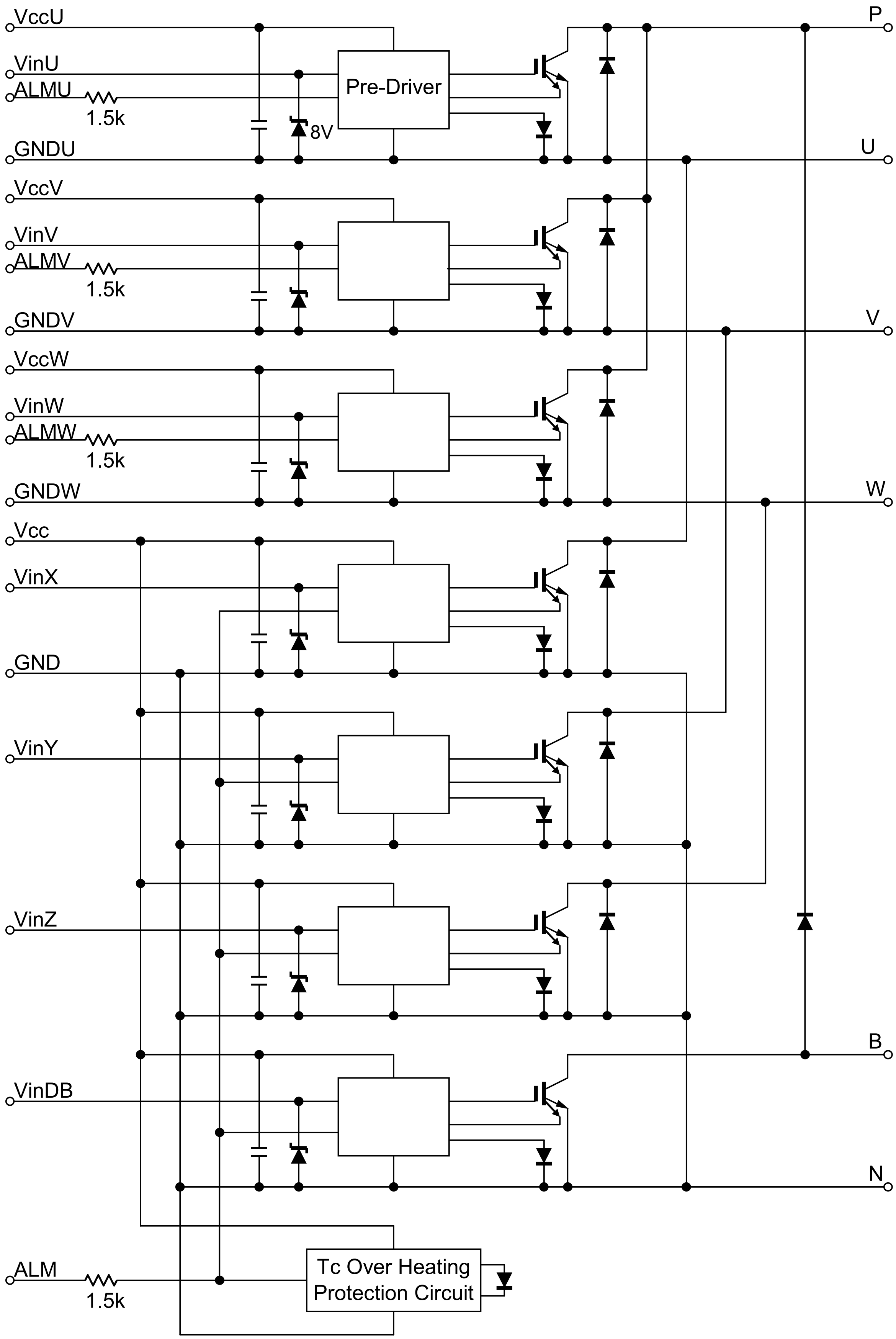


图 3-11　IPM 电路框图（P621　内置制动电路）

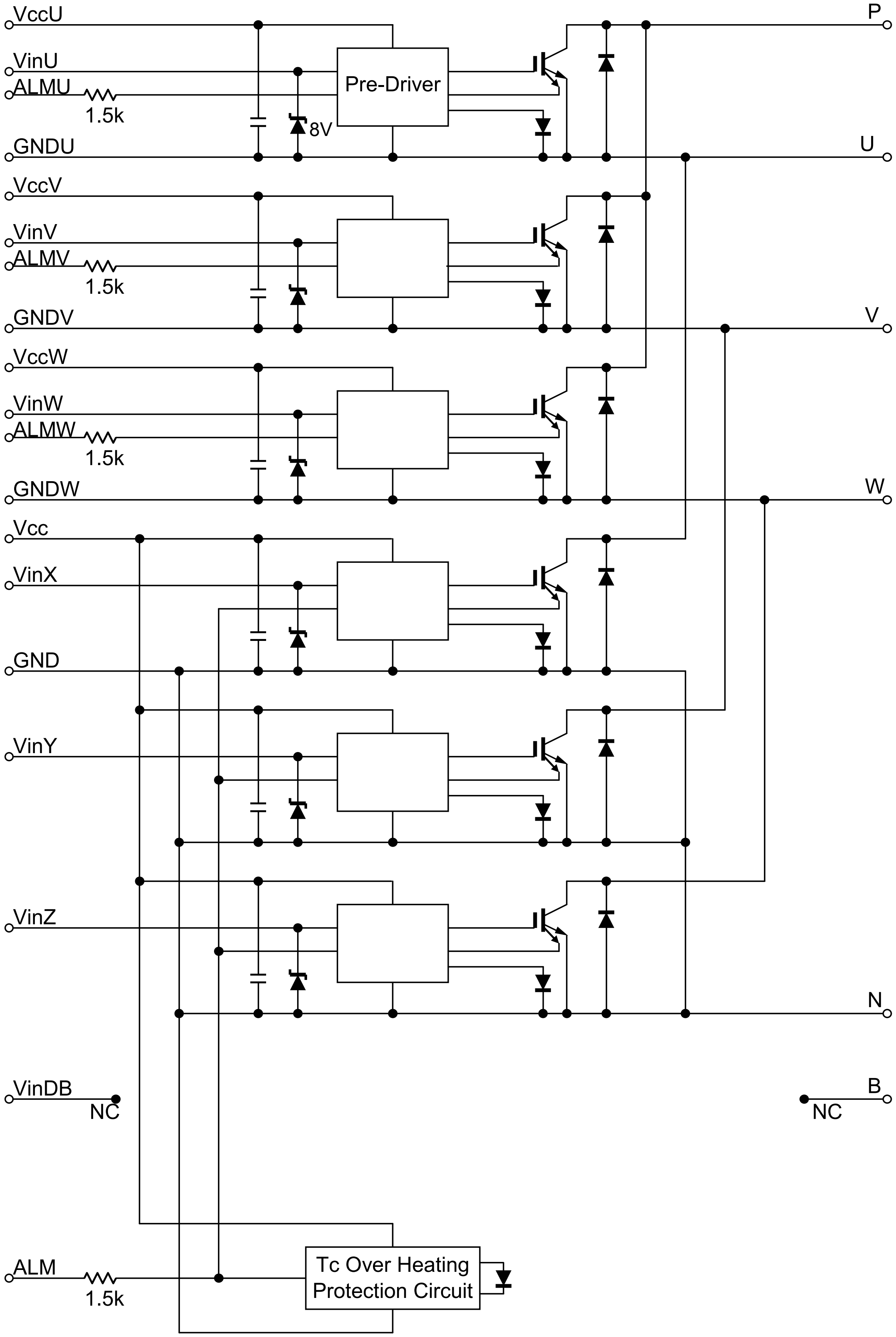


图 3-12　IPM 电路框图（P621　无制动电路）

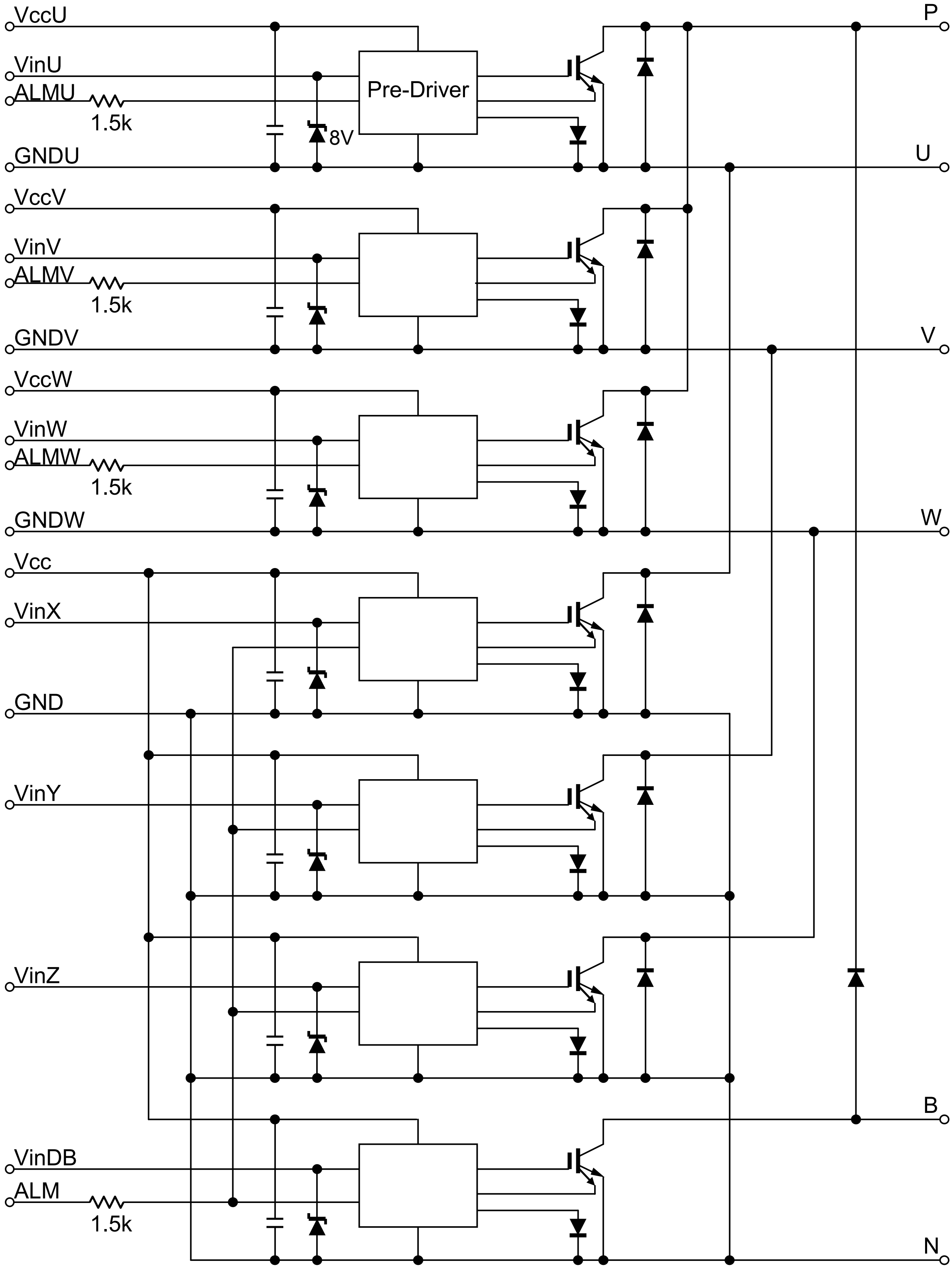


图 3-13 IPM 电路框图（P622 内置制动电路）

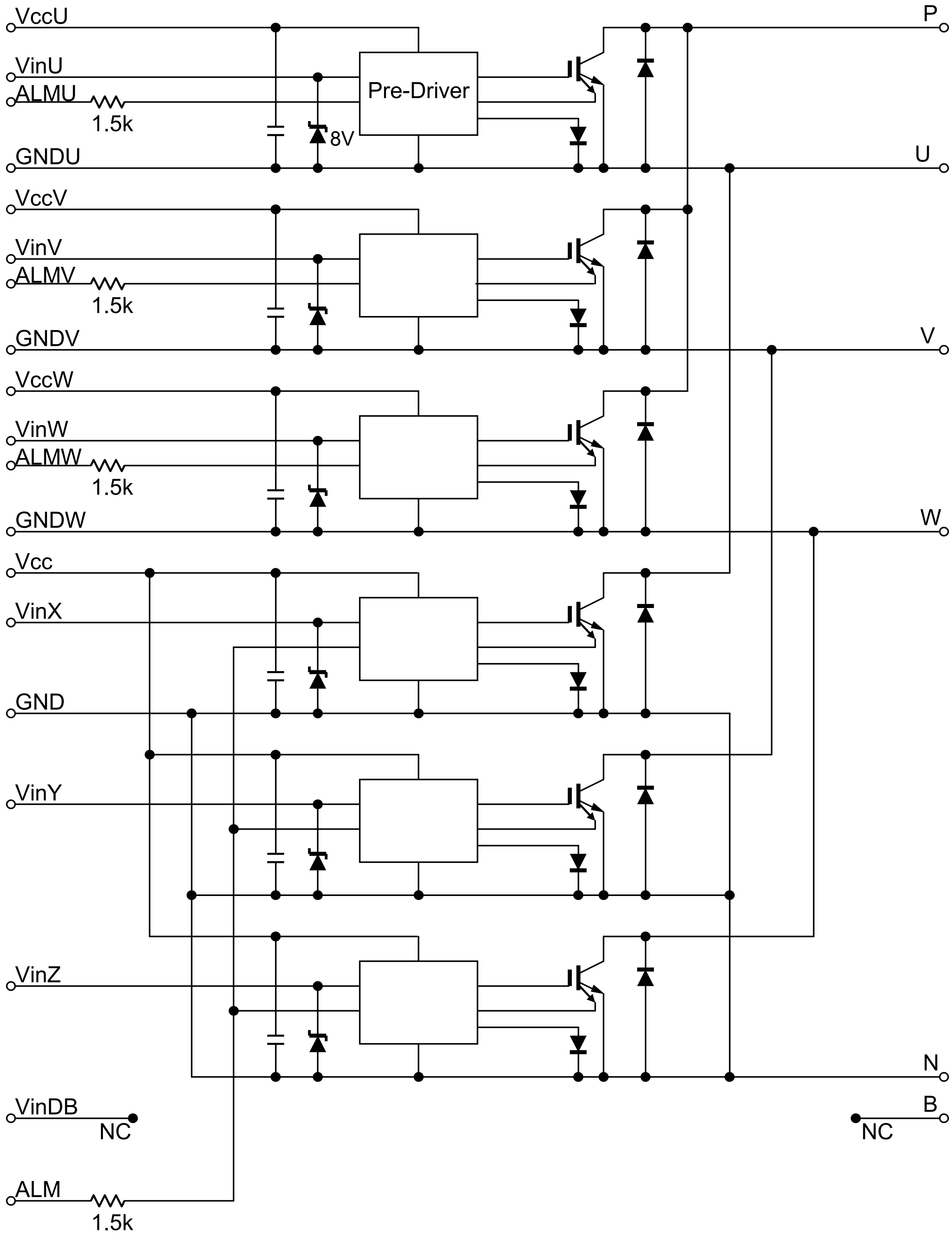


图 3-14　IPM 电路框图（P622　无制动电路）

5 时序图

保护功能的时序图见图 3-15～图 3-21。

控制电源电压下降保护 (UV) (1)

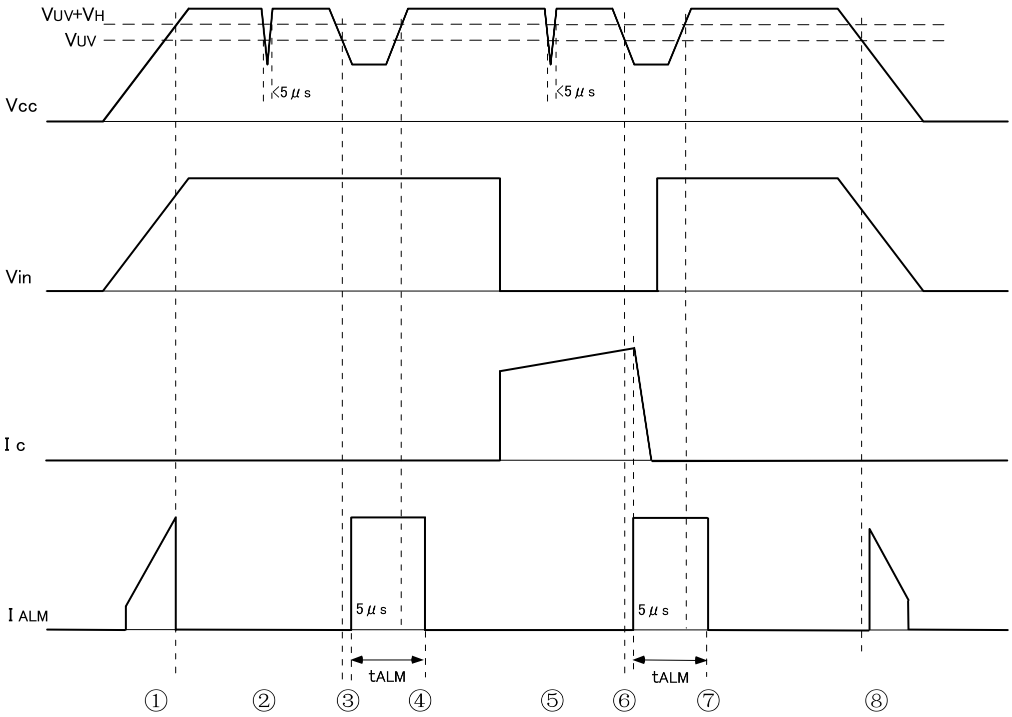


图 3-15　时序图　UV (1)

参照图 3-2 ③

① Vcc 接通时，在 VUV+VH 以下的条件下输出警报。
② Vcc 下降到 VUV 以下的时间在 5μs 以下时保护功能不动作。（Vin 为 OFF 时）
③ Vin 为 OFF 时，Vcc 降至 VUV 以下约经过 5μs 后输出警报，IGBT 保持 OFF。
④ 如果 Vcc 在时间不到 tALM 前就回复到 VUV+VH，则在 Vin 为 OFF 时，时间到达 tALM 时 UV 回复，同时警报也回复。
⑤ Vcc 下降到 VUV 以下的时间在 5μs 以下时保护功能不动作。（Vin 为 ON 时）
⑥ Vin 为 ON 时，Vcc 降至 VUV 以下约经过 5μs 后输出警报，IGBT 会软遮断。
⑦ 如果 Vcc 在时间不到 tALM 前就回复到 VUV+VH，则在 Vin 为 OFF 时，时间到达 tALM 时 UV 回复，同时警报也回复。
⑧ Vcc 遮断时，在 VUV 以下时输出警报。

控制电源电压下降保护 (UV) (2)

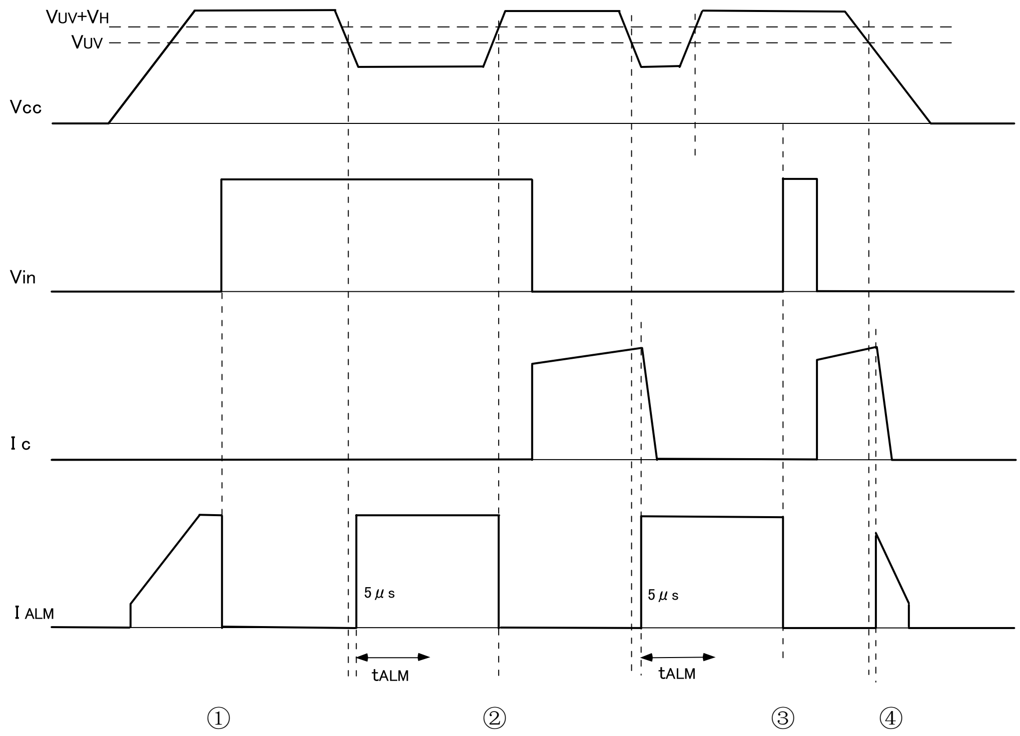


图 3-16　时序图　UV (2)

参照图 3-2 ③

① Vcc 接通时，在 VUV+VH 以下时输出警报。（直到 Vin 变为 OFF）

② 如果 Vcc 在时间经过 tALM 以后回复到 VUV+VH，则在 Vin 为 OFF 时，在 VUV+VH 回复的同时 UV 和警报回复。

③ 即使 Vcc 在时间不到 tALM 前回复到 VUV+VH，则在 Vin 为 ON 时，时间到达 tALM 时 UV 也不会回复。在 Vin 变为 OFF 的同时 UV 和警报回复。

④ Vcc 遮断时，Vin 为 ON 的情况下，在 VUV 以下时，输出警报，将 IGBT 软遮断。

过电流保护（OC）

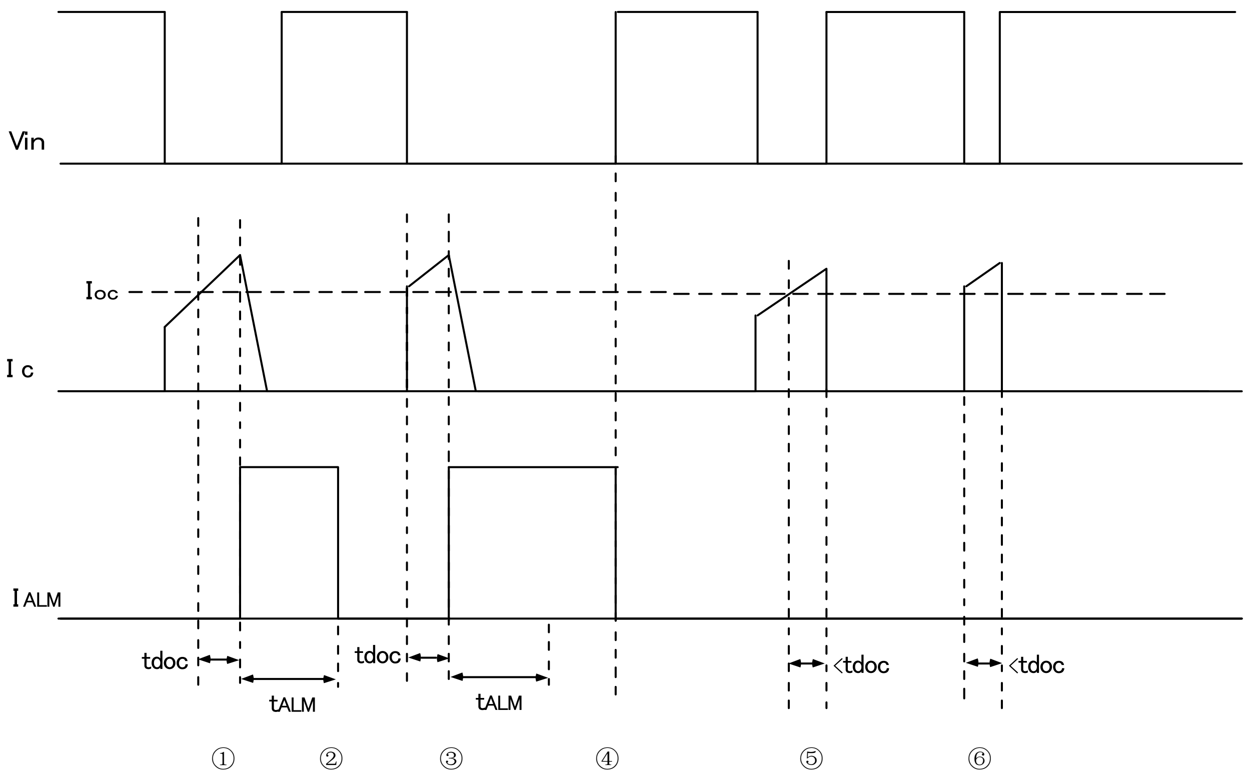


图 3-17 时序图 OC

参照图 3-2 ②

① 从 Ic 超过 Ioc 时起，时间经过 tdoc 后，输出警报，将 IGBT 软遮断。

② 时间到达 tALM 时，Vin 为 OFF 时，则 OC 和警报同时回复。

③ 从 Ic 超过 Ioc 时起，时间经过 tdoc 后，输出警报，将 IGBT 软遮断。

④ 时间到达 tALM 时，Vin 为 ON 时，则 OC 不回复。OFF 信号输入时，OC 和警报同时回复。

⑤ Ic 超过 Ioc 后，在时间不到 tdoc 前，如果 Vin 变为 OFF，则保护功能不动作，将 IGBT 进行通常的遮断。

⑥ Ic 超过 Ioc 后，在时间不到 tdoc 前，如果 Vin 变为 OFF，则保护功能不动作，将 IGBT 进行通常的遮断。

短路保护（SC）

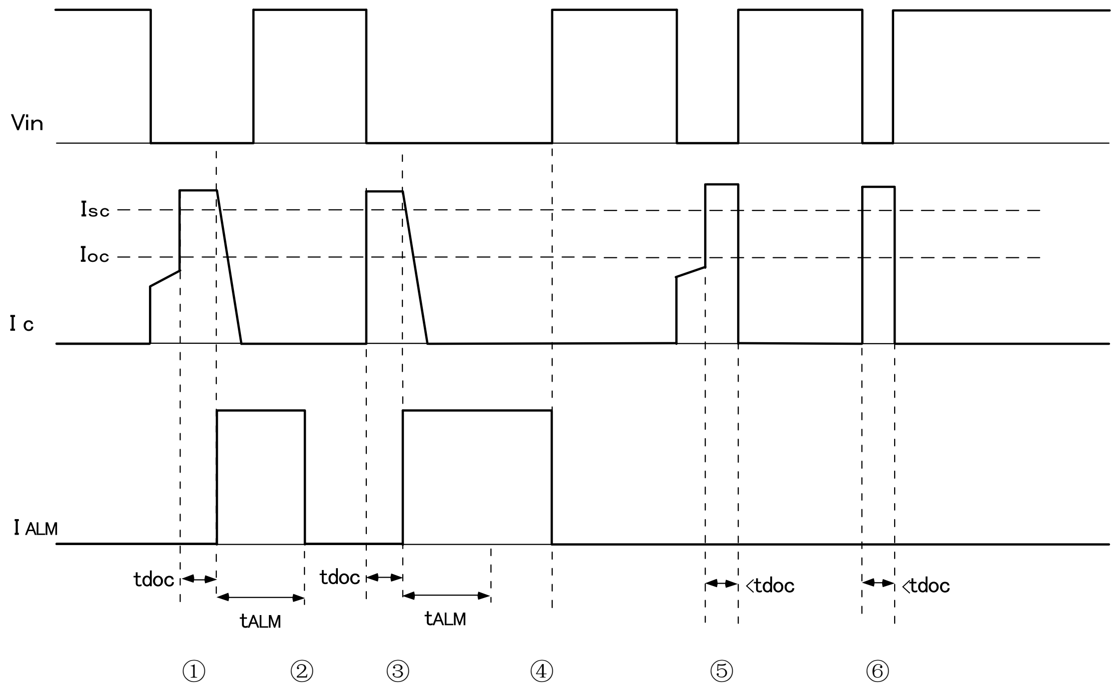


图 3-18 时序图 SC

参照图 3-2 ②

① 如果 Ic 开始流动后出现负载短路，超过 Isc，则会瞬间抑制 Ic 峰值。时间经过 tdoc 后，输出警报，将 IGBT 软遮断。

② 时间经过 tALM 时，如果 Vin 为 OFF，则 OC 和警报同时回复。

③ 如果在 Ic 开始流动的同时出现负载短路，超过 Isc 则会瞬间抑制 Ic 峰值。时间经过 tdoc 后，输出警报，将 IGBT 软遮断。

④ 时间经过 tALM 时，如果 Vin 为 ON，则 OC 不回复。OFF 信号输入时，OC 和警报同时回复。

⑤ 如果 Ic 开始流动后出现负载短路，超过 Isc 则会瞬间抑制 Ic 峰值。此后，时间不到 tdoc 前如果 Vin 变为 OFF，则保护功能不动作，将 IGBT 进行通常的遮断。

⑥ 如果在 Ic 开始流动的同时出现负载短路，超过 Isc 则会瞬间抑制 Ic 峰值。此后，时间不到 tdoc 前如果 Vin 变为 OFF，则保护功能不动作，将 IGBT 进行通常的遮断。

外壳温度过热保护 (TcOH)

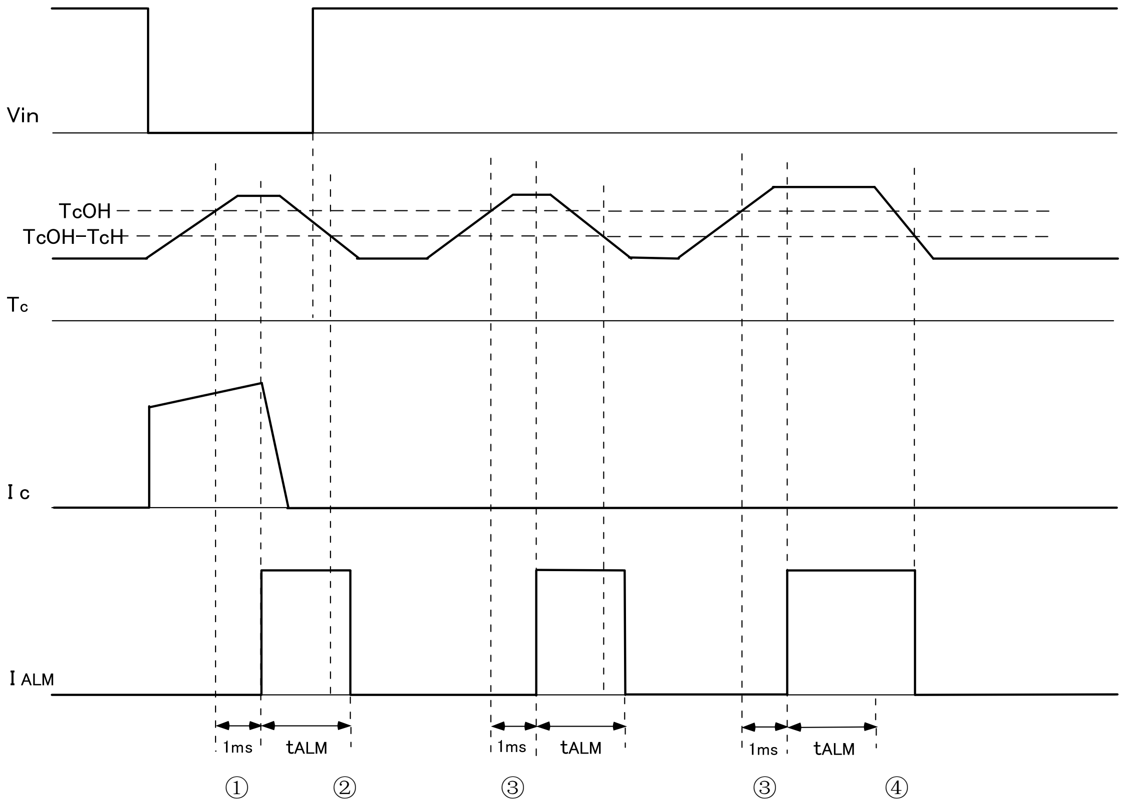


图 3-19　时序图　TcOH

参照图 3-2 ④

① 外壳温度 Tc 如果持续约 1ms 超过 TcOH，则输出警报，Vin 为 ON 时，下臂侧全部的 IGBT 会软遮断。

② 时间不到 tALM 前，如果回复到 TcOH-TcH 以下的话，则时间经过 tALM 时，警报会回复。

③ Tc 如果持续约 1ms 超过 TcOH，则输出警报。（Vin 为 OFF 时）

④ 时间经过 tALM 时如果没有回复到 TcOH-TcH 以下时，警报不会回复。时间到达 tALM 后如果回复到 TcOH-TcH 以下，则警报回复。

IGBT 芯片过保护 (TjOH) (1)

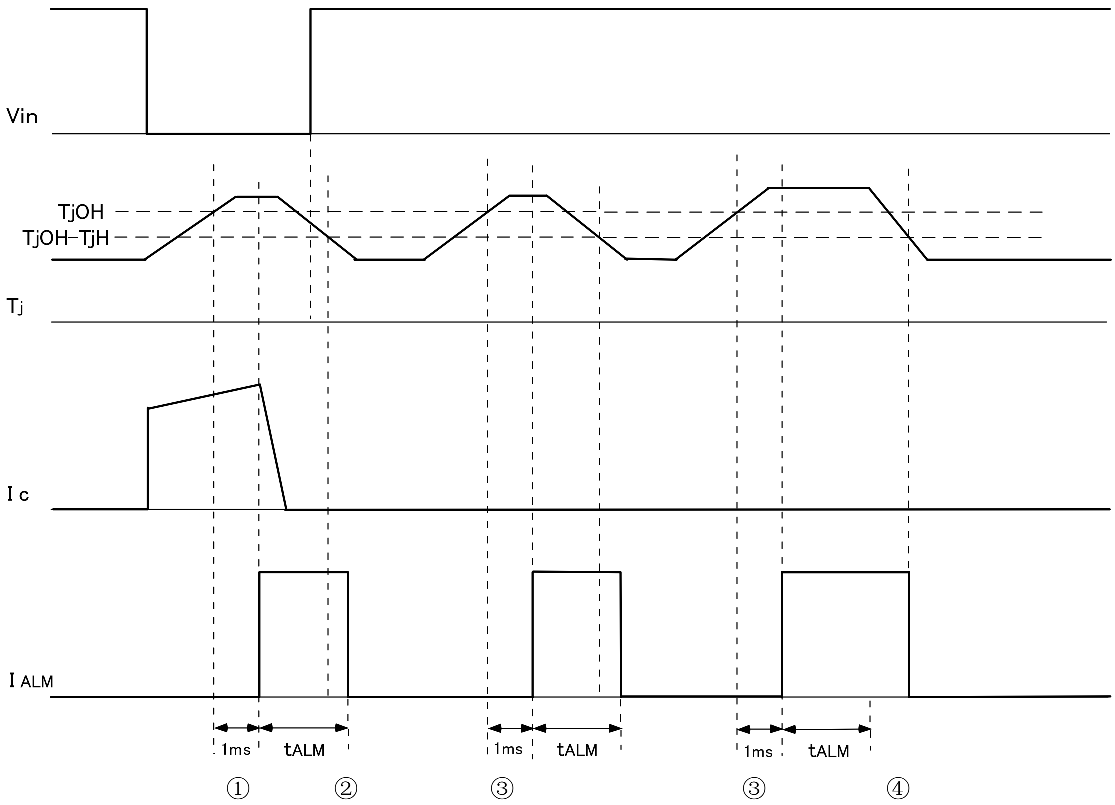


图 3-20　时序图　TjOH (1)

参照图 3-2 ①

① IGBT 芯片温度 Tj 如果持续约 1ms 超过 TjOH，则输出警报，将 IGBT 软遮断。
② 时间不到 tALM 前如果回复到 TjOH-TjH 以下，则时间经过 tALM 时如果 Vin 为 OFF，OH 和警报同时回复。
③ Tj 如果持续约 1ms 超过 TjOH，则输出警报，Vin 为 OFF 时，维持 OFF。
④ 时间到达 tALM 后，在回复到 TjOH-TjH 以下的情况下，Vin 为 OFF 时，则 OH 和警报同时回复。

IGBT 芯片过保护 (TjOH) (2)

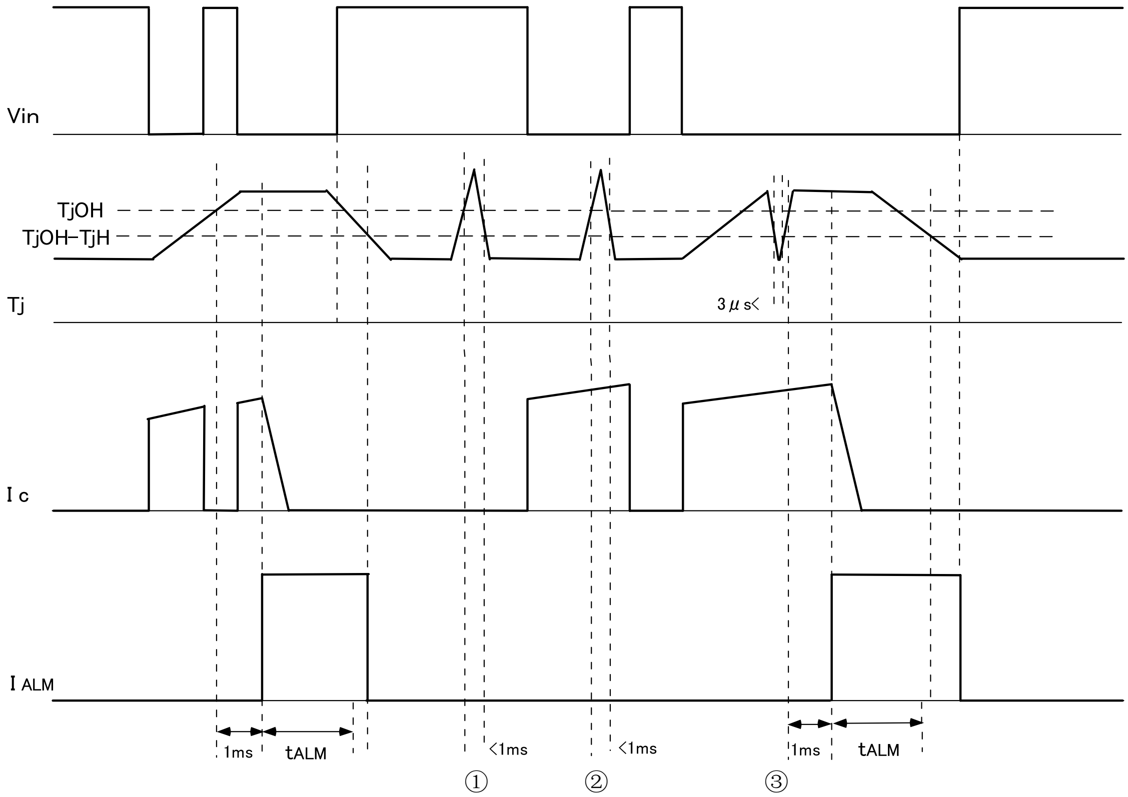


图 3-21　时序图　TjOH (2)

参照图 3-2 ①

① Tj 超过 TjOH 后约 1ms 以内，如果下降到 TjOH 以下，则无论 Vin 是 ON 还是 OFF，OH 都不动作。
② Tj 超过 TjOH 后约 1ms 以内，如果下降到 TjOH 以下，则无论 Vin 是 ON 还是 OFF，OH 都不动作。
③ Tj 超过 TjOH 后，如果在 TjOH 以下的期间在约 3μs 以上，则 1ms 的检测定时器会被复位。

第 4 章

应用电路示例

目　　录　　　页码

1 应用电路示例

图 4-1 为 P610、P611、P612 应用电路示例（制动电路内置型）。

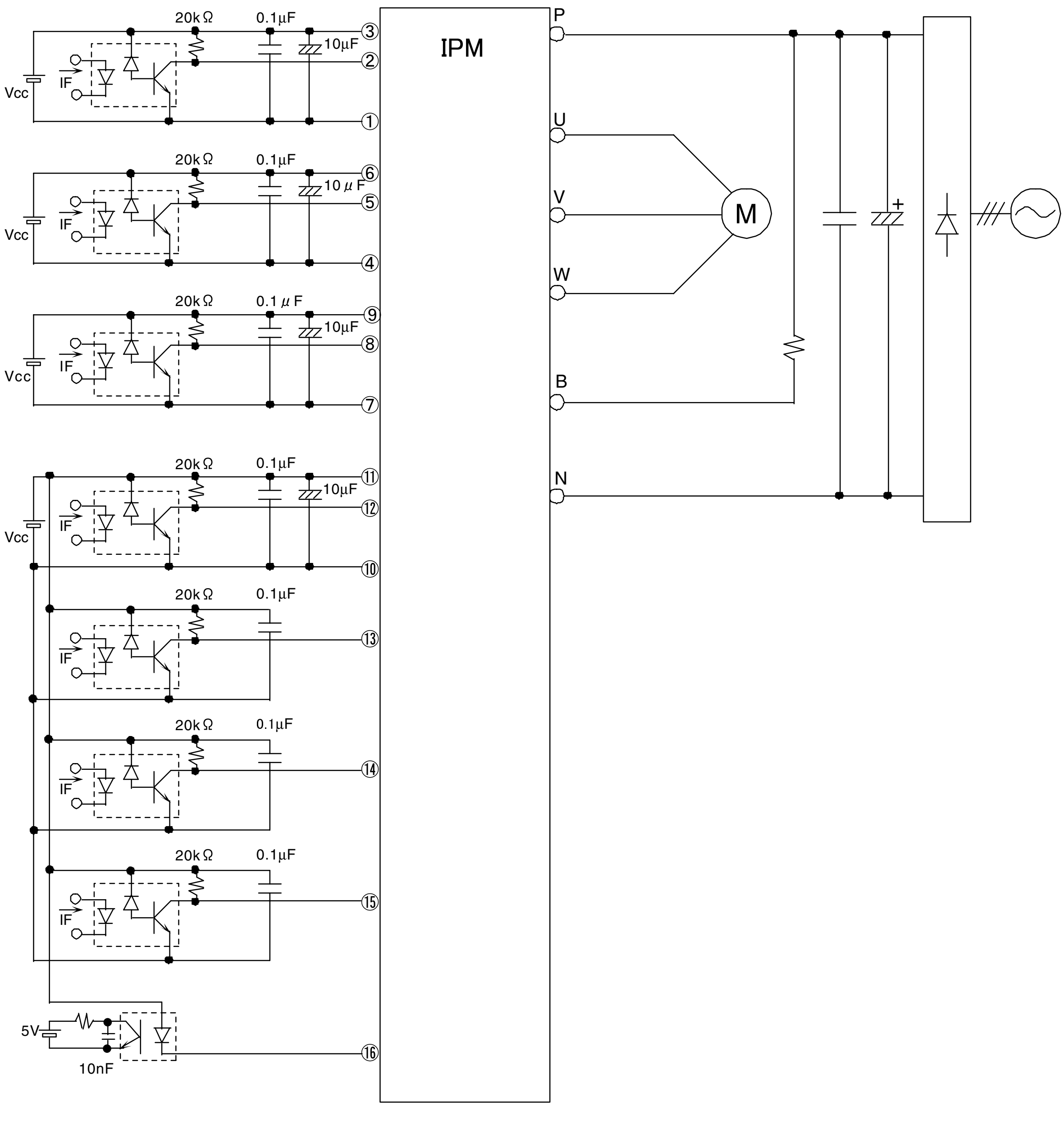


图 4-1　　P610、P611、P612 应用电路示例（制动电路内置型）

图 4-2 为 P610、P611、P612 应用电路示例（无制动电路型）。

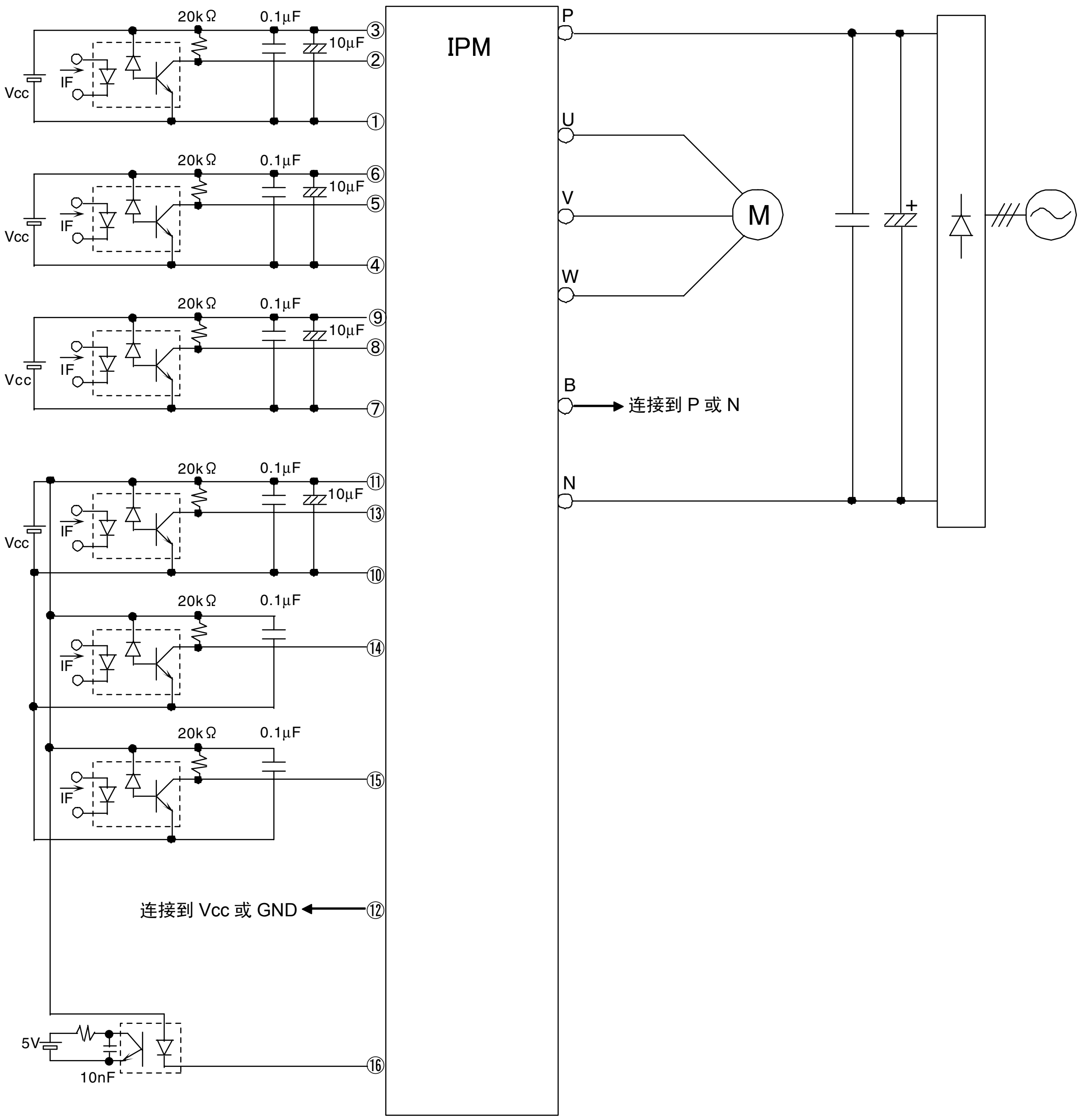


图 4-2　P610、P611、P612 应用电路示例（制动电路内置型）

图 4-3 为 P621、P622 应用电路示例（制动电路内置型）。

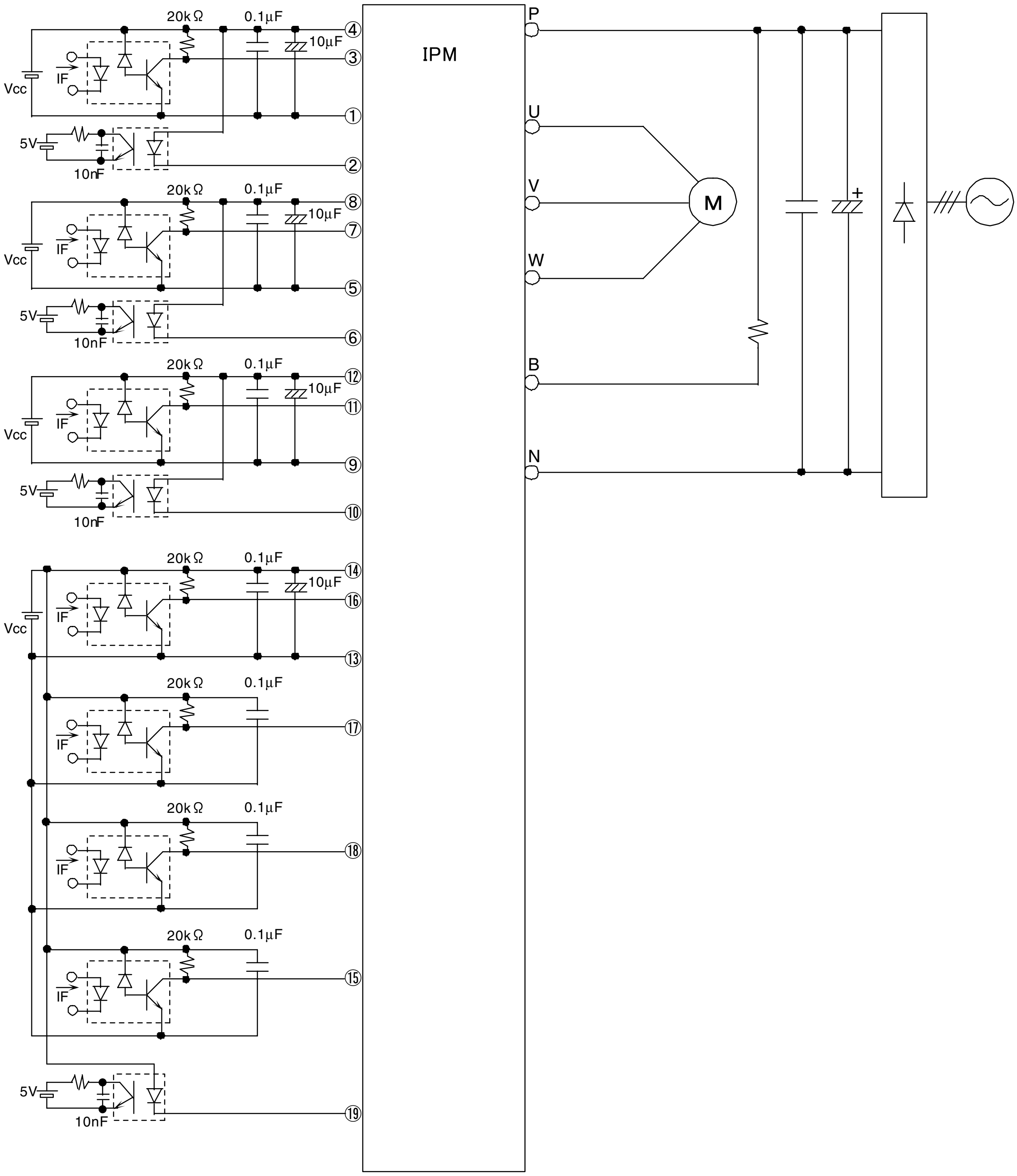


图 4-3　P621、P622（带上臂警报功能）应用电路示例（制动电路内置型）

图 4-4 为 P621、P622 应用电路示例（制动电路内置型）。

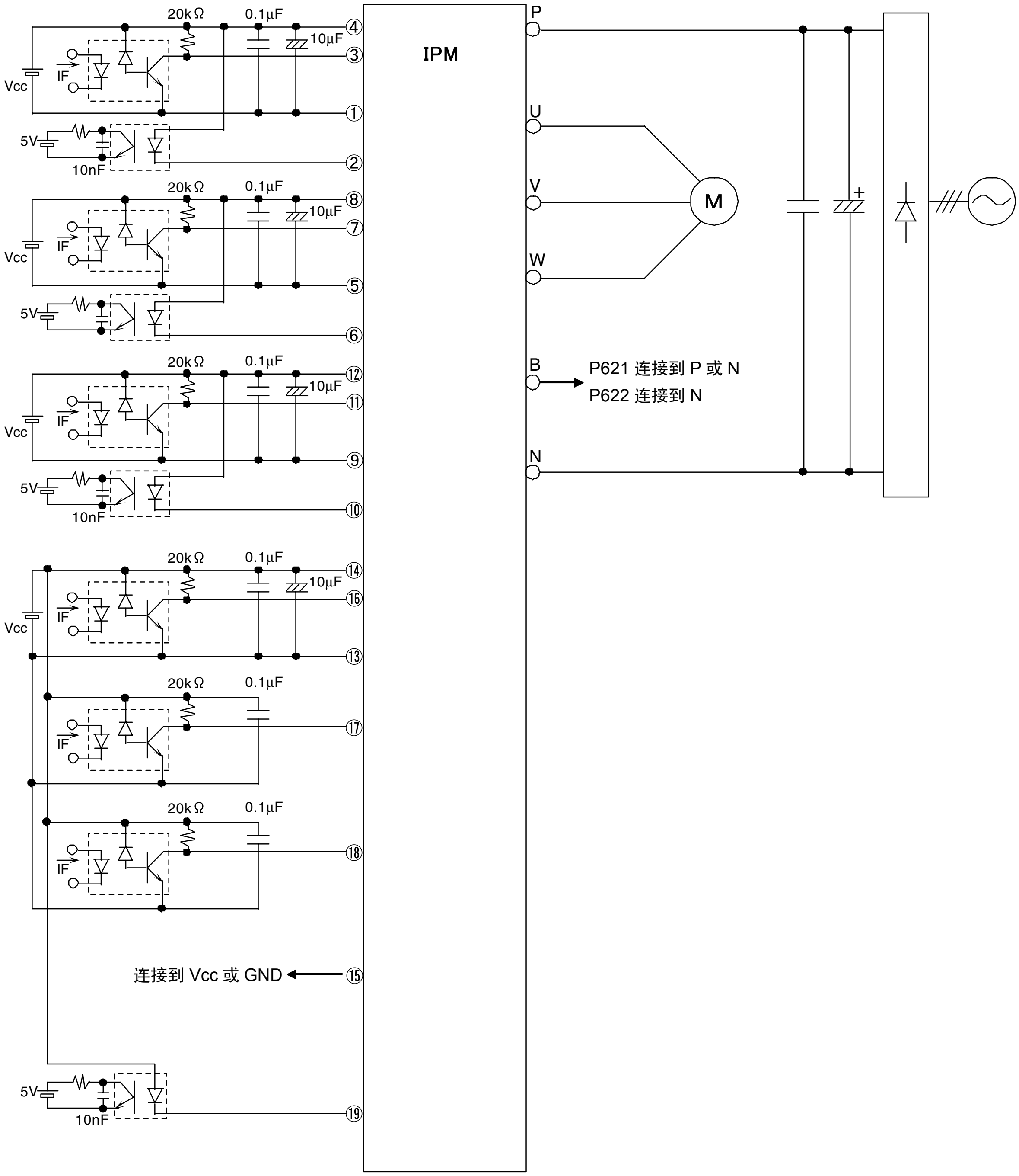


图 4-4　P621、P622（带上臂警报功能）应用电路示例（制动电路内置型）

图 4-5 为 P617 应用电路示例。

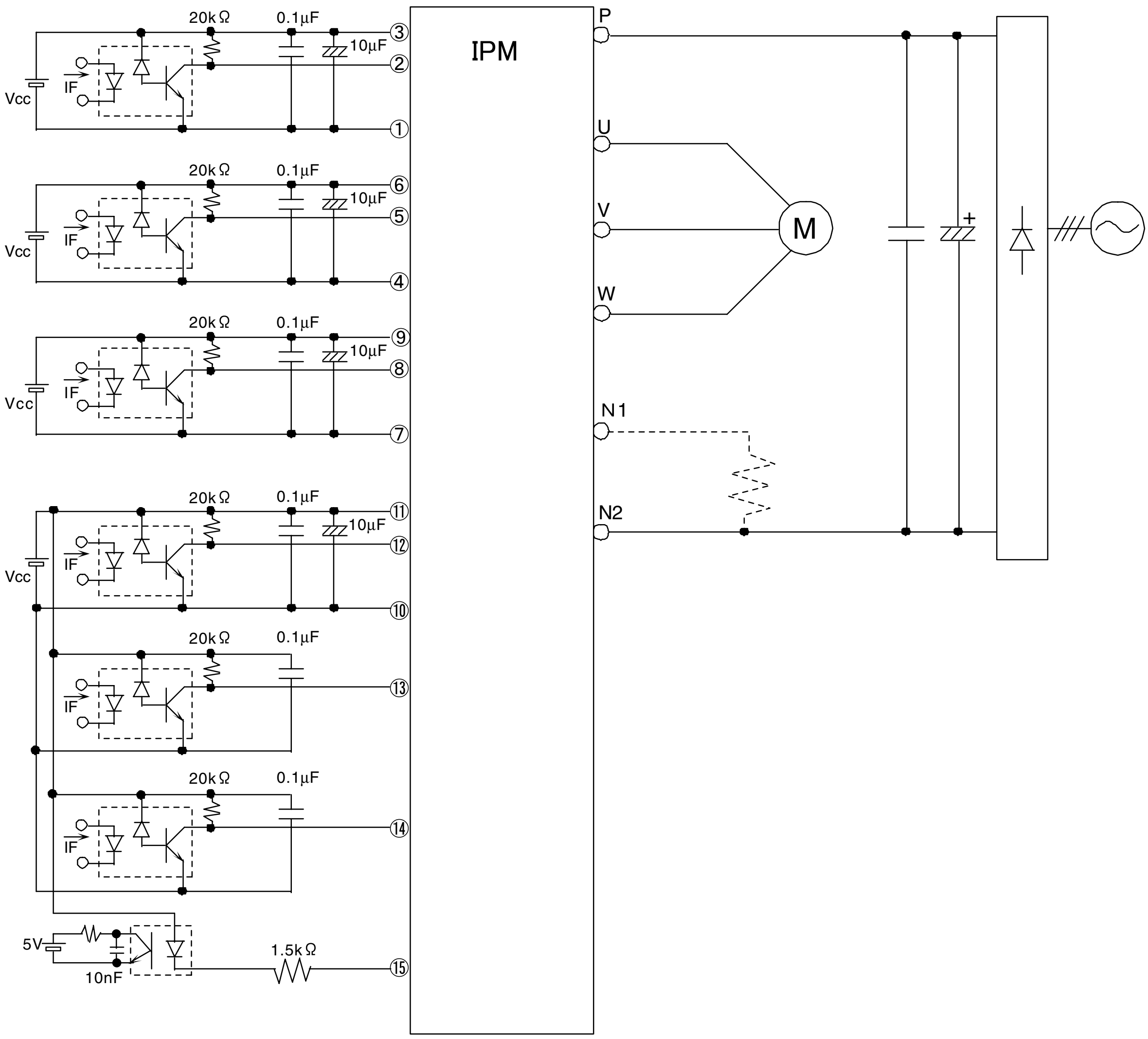


图 4-5 小容量 IPM P617 应用电路示例

图 4-6 为 P619 应用电路示例。

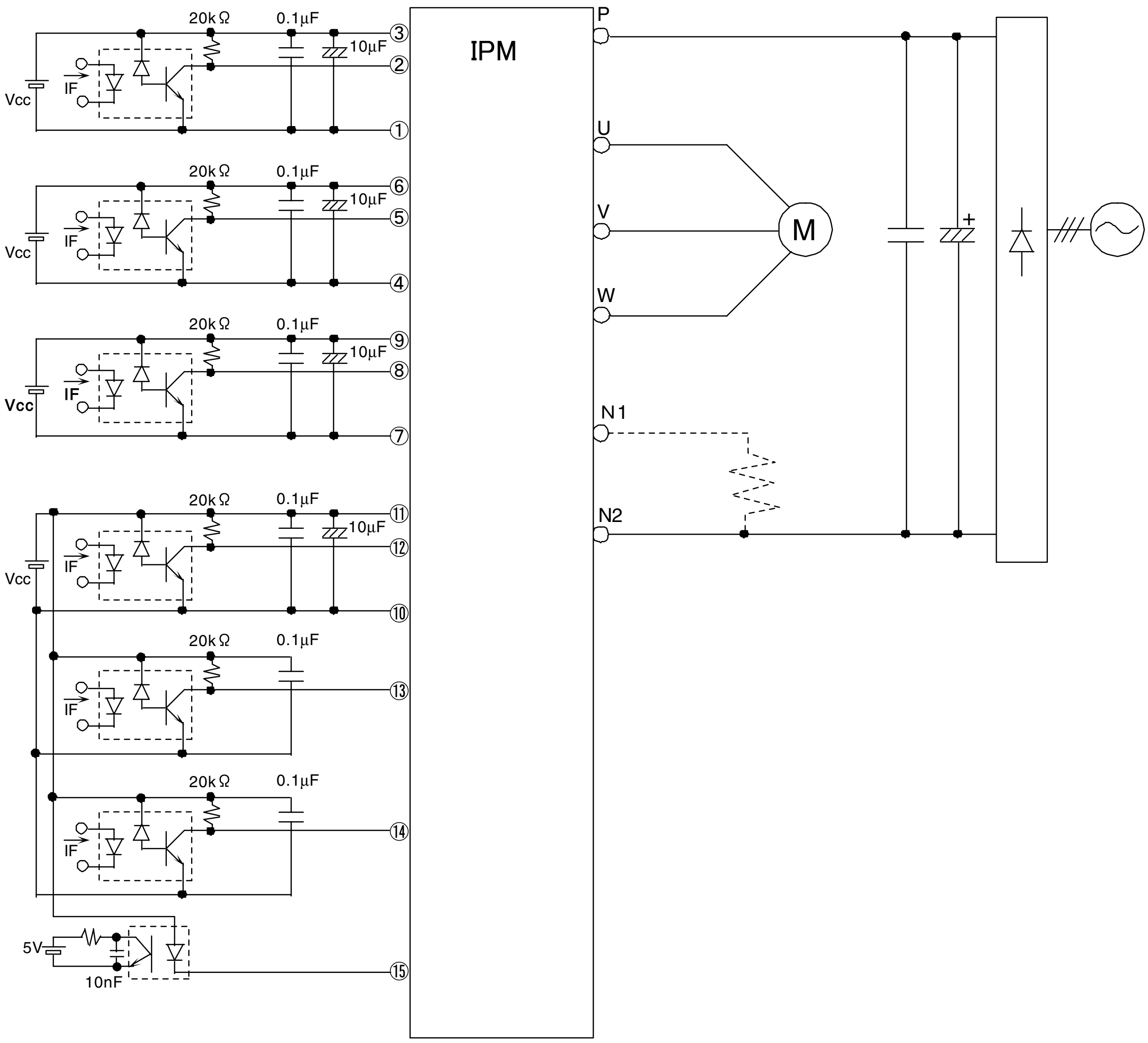


图 4-6　小容量 IPM P619 应用电路示例

2　注意事项

2.1　控制电源

如应用电路示例所示，控制电源需要上臂侧=3、下臂侧=1、共计 4 组绝缘电源。

使用市场上销售的电源组件时，不要连接电源输出一侧的 GND 端子。

将输出一侧的 GND 连接到输出的＋或者－上时，电源输入侧地线会将各个电源连接起来，因此会导致误动作。另外请尽量减少各电源之间和与接地之间的杂散电容 C。

2.2　4 电源间结构性绝缘（输入部连接器及印刷电路板）

4 组电源之间和主电源之间必须绝缘。

IGBT 开关时绝缘部上 dv/dt 较大，因此请确保充分的绝缘距离。（推荐大于 2mm）

2.3　GND 连接

下臂侧控制电源 GND 和主电源 GND 在 IPM 内部相连，请绝对不要在 IPM 外部进行连接。
如果连接的话，在 IPM 内外出现的 di/dt 的作用下，下臂上会出现环路电流，导致光耦合器、IPM 等误动作，甚至有可能导致 IPM 输入电路损坏。

2.4　控制电源电容器

连接到应用电路示例中各控制电源的 10μF 及 0.1μF 并不是使控制电源平滑的电容器，而是用于修正连接到 IPM 的配线阻抗的电容器。因此另外还需要平滑用电容器。
另外，在 10μF 及 0.1μF 到控制电路之间的配线阻抗作用下会出现瞬时变化，所以请尽量靠近 IPM 控制端子及光耦合器端子进行连接。
電解电容器请选用阻抗低，频率特性良好的产品，而且请将薄膜电容器等频率特性良好的电容器并联连接。

2.5　警报电路

・在 dv/dt 作用下，警报用光耦合器的二次侧电位有时会摆动。推荐安装 10nF 左右的电容器来稳定电位。
・P617 没有内置警报电阻，所以需要在 IPM 的外侧安装 1.5kΩ的电阻。

2.6　信号输入端子的上拉

请使用 20kΩ的电阻将控制信号输入端子上拉到 Vcc。另外，内置制动电路的 IPM 如果不使用制动时，也请将 DB 输入端子上拉。如果不上拉，在 dv/dt 作用下可能会导致误动作。

2.7　缓冲器

缓冲器请直接与 PN 端子相连。
采用 P612 封装时，请在两侧的 PN 端子分别设置缓冲器。

2.8　B 端子

采用 6 组（无制动电路）型的情况下，推荐将 B 端子与以下端子相连，来稳定产品内部的电位。
P610、P611、P612、P621 ··························N 或者 P 端子
P622(Econo-IPM) ··N 端子（与 P 连接的话，内部会短路）

2.9　上臂警报

不使用具备警报输出的 IPM 的上臂警报时，请将警报端子连接到 Vcc 来稳定电位。

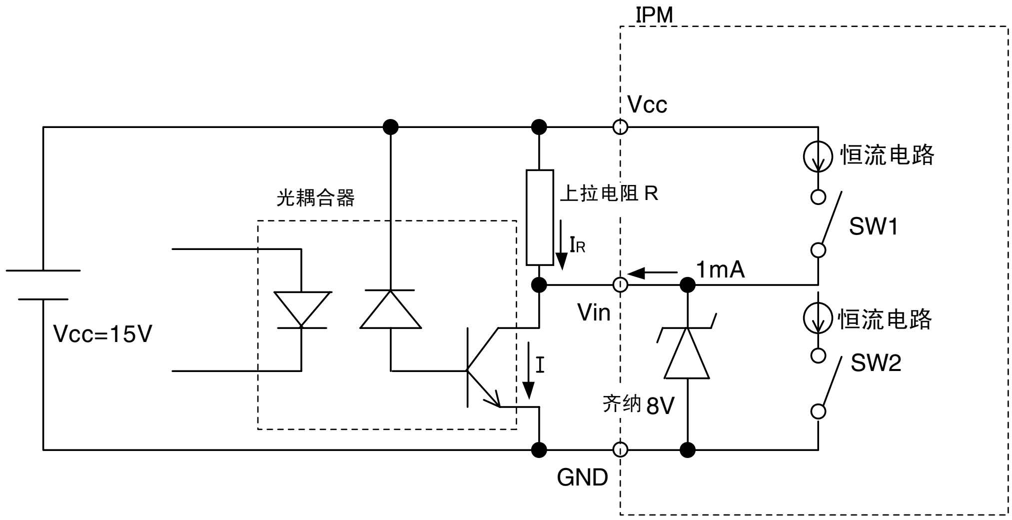
2.10　小容量 IPM 的过电流保护

通过在小容量 IPM(P617、619)的 N1-N2 端子之间另外再接入电阻，可以调高过电流保护的限制电平。此时增加的电阻，安装时请务必靠近 N1-N2 端子。距离 N1-N2 端子的距离过长的话，会导致 IPM 误动作。

2.11　IPM 的输入电路

本公司 IPM 的输入部安装有图 4-7 所示的恒流电路，电流按图示的时序从 IPM 流出。因此需要决定光耦合器一次侧的 IF，以便在光耦合器的二次侧产生上拉电阻中 IR+1mA 的电流。IF 不充分时，二次侧可能会出现误动作。

另外，在选定上拉电阻时，必须考虑到要在光耦合器为 ON 时，能在光耦合器二次侧出现 IR+1mA；OFF 时，流入 IPM 的电流不应超过规格书中记载的 Iin MAX。



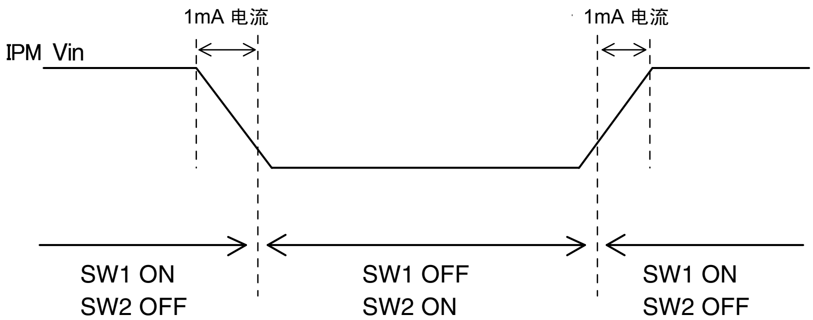


图 4-7　IPM 输入电路和恒流动作时序

3　光耦合器外围电路

3.1　控制输入用光耦合器

●光耦合器额定值

光耦合器请使用满足以下特性的产品。

・CMH=CML>15kV/μs 或者 10kV/μs

・tpHL=tpLH<0.8μs

・tpLH-tpHL=–0.4～0.9μs

・CTR>15%

例）Agilent 产品：HCPL-4504

　　东芝产品：　TLP759 (IGM)

另外，还请留意 UL、VDE 等安全规格。

●光耦合器・IPM 间配线

为了减小光耦合器和 IPM 控制端子之间的配线阻抗，应进行最短配线，一次－二次之间各个配线请不要靠近，以免加大杂散电容。一次－二次间有较大的 dv/dt。

●发光二极管驱动电路

光耦合器在输入的发光二极管驱动电路作用下，dv/dt 容量也会下降。推荐图 4-8 中所示的正确示例的驱动。

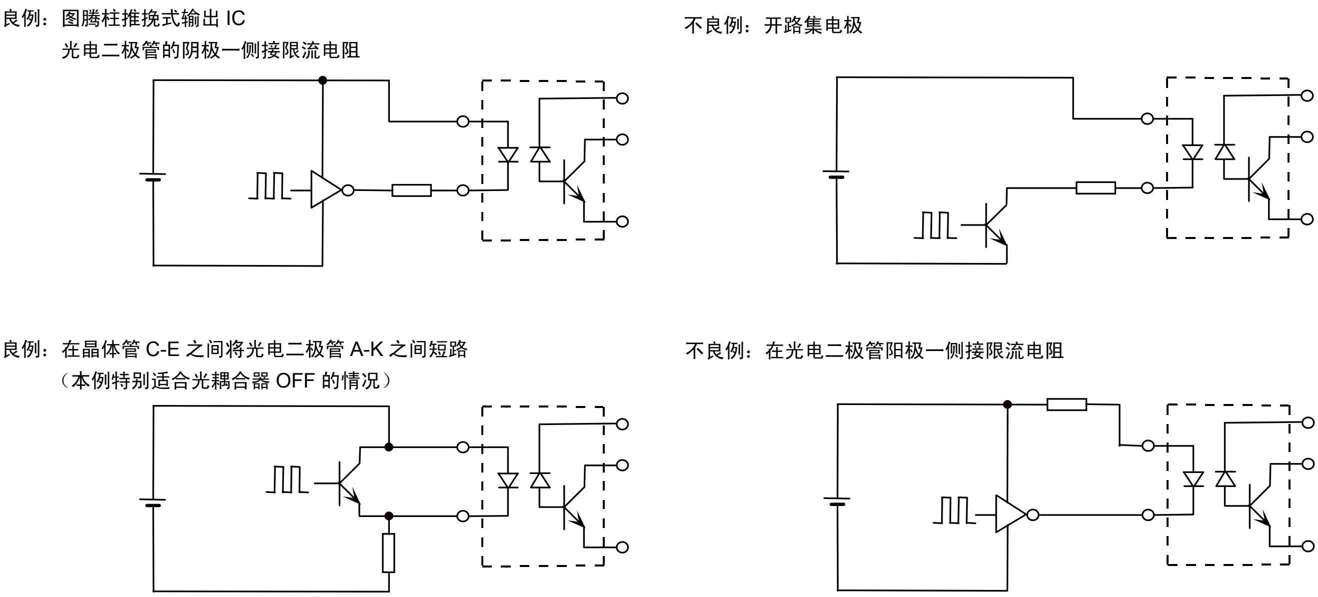


图 4-8　光耦合器输入电路

3.2　警报输出用光耦合器

●光耦合器额定值

可使用通用光耦合器，但我们推荐具有以下特性的产品。

・100%<CTR<300%

・单个元件型

例）TLP521-1-GR 等级

另外，还需留意 UL、VDE 等安全规格。

●输入电流限制电阻

光耦合器输入侧发光二极管的电流限制电阻内置于 IPM。RALM=1.5kΩ，直接连接到 Vcc 时，Vcc=15V，IF=约 10mA。所以不需连接电流限制电阻（P617 无 RALM）。

但光耦合器输出侧需要较大电流，Iout>10mA 时，请加大光耦合器的 CTR 值，调整到所需值。

●光耦合器・IPM 间配线

由于警报用光耦合器中也有较大的 dv/dt，注意事项与 3.1 项相同。

4　连接器

市场上有符合 R－IPM 控制端子形状的连接器销售。

P610、611、612 16 插脚用：　HIROSE 电机（株）产品　　MDF7-25S-2.54DSA

P621 用：　HIROSE 电机（株）产品　　DF10-31S-2DSA

另外，有关上述连接器的可靠性及规格，请向连接器厂家确认。

第 5 章
散热设计

目　　录	页码

1　散热器选定方法

・为了确保 IGBT 安全工作，应使接合温度 Tj 不超过 Tjmax。请将散热设计留有余地，无论在额定负载时，还是在过负载时等异常情况下，接合温度 Tj 都必须在 Tjmax 以下。

・在 Tjmax 以上温度的情况下工作，可能会导致芯片热破坏。
IPM 的 IGBT 芯片温度如果超过 Tjmax，TjOH 功能会动作，但如果温度急剧上升的话，可能会出现不能保护的情况。
对于 FWD，也请注意与 IGBT 一样，不要超过 Tjmax。

・在选定散热器时，请务必测试芯片中心下面的温度。特别是 Econo IPM 系列是用于伺服等在短时间内温度上升／下降的运转条件下的，所以在其它条件下使用时，请注意热集中。由于结构设计非常重视小型化，所以配置在中央的功率芯片可能出现热量集中。关于芯片配置，请参照 IPM 内部構造图：MT6M5313。另外，关于具体的设计请参照以下资料。

“IGBT 模块应用手册 RH984”
・发生损耗的计算方法
・散热器的选定方法
・在散热器上的安装方法
・故障排查

2　散热器选定的注意事项

手册 RH984 中介绍了选定方法，但还请注意以下事项。

・散热器面的平整度
安装螺钉间距内，平整度 0～+100μm、粗糙度 10μm 以下

理由
负的情况：　　散热器－IPM 间会出现空隙，散热性变差。
+100μm 以上：　　有可能造成 IPM 的铜底板变形，内部绝缘基板出现开裂。

第 6 章
使用注意事项

目　　录　　页码

1 主电源

1.1 电压范围

1.1.1 600V 系列 IPM

・主电源在 PN 主端子之间请不要超过 500V (=V_{DC}(surge))。
另外，集电极、发射极主端子之间(=V_{CES})请不要超过 600V（=绝对最大额定电压）。

・开关时，在 di/dt 作用下，IPM 内部配线电感会出现电涌电压，但本公司已设计如下，即主电源在 PN 主端子之间为 V_{DC}(surge)以下使用时，在集电极、发射极主端子之间不会超过 600V。

・为了不使开关时最大电涌电压超过额定电压，IPM 和组装产品的连线请尽量短，并在最靠近 PN 端子处安装缓冲器。

1.1.2 1200V 系列 IPM

・主电源在 PN 主端子之间请不要超过 1000V (=V_{DC}(surge))。
另外，集电极、发射极主端子之间(=V_{CES})请不要超过 1200V（=绝对最大额定电压）。

・开关时，在 di/dt 作用下，IPM 内部配线电感会出现电涌电压，但本公司已设计如下，即主电源在 PN 主端子之间为 V_{DC}(surge)以下使用时，在最靠近芯片处不会超过 1200V。

・为了不使开关时最大电涌电压超过额定电压，IPM 和组装产品的连线请尽量短，并在最靠近 PN 端子处安装缓冲器。

1.2 外来噪声

IPM 内部设计了针对外来噪声的措施，但根据噪声的种类和强度的不同，也可能会出现误动作、损坏的情况。

针对施加到 IPM 上的噪声，请充分采取措施。

1.2.1 来自装置外部的噪声

・请采取 AC 线路噪声滤波器、以及强化绝缘接地等措施。

・如有必要，请采取在全部相的信号输入、信号 GND 之间安装 100pF 以下的电容器的措施。

・针对雷电涌，请采取安装避雷器等措施。

1.2.2　来自装置内部的噪声

・整流器外：请采取与 1)相同的措施。

・整流器内：采取在 PN 线路上安装缓冲器等措施。
（在 1 个整流转换器上连接数个变频器（逆变器）等情况下）

1.2.3　来自输出端子的噪声

・为了防止接触器的开闭电涌等进入，请在外部采取相应措施。

2　控制电源

2.1　电压范围

・控制电源电压在 13.5V～16.5V 的范围内，驱动电路稳定工作。
我们推荐尽量在接近 15V 的值下工作。

・控制电源电压不足 13.5V 时，损耗会增加，噪声会下降。
另外，保护特性会漂移，所以有时保护功能会不够充分，导致芯片破损。

・控制电源电压低于 13.5V，变成 VUV 以下的话，控制电源电压下降保护功能(UV)会启动。
控制电源电压恢复到 VUV+VH 后，UV 自动解除。

・控制电源电压超过 16.5V 时，损耗会下降，噪声会增加。
另外，保护特性会漂移，所以有时保护功能会不够充分，导致芯片破损。

・控制电源电压不满 0V（反向偏压）、以及超过 20V 时，驱动电路、主芯片可能会损坏。请绝对不要施加电压。

2.2　电压纹波

・推荐电压范围 13.5V～16.5V 包含 Vcc 的电压纹波。
在制作控制电源时，请注意应充分考虑降低电压纹波。
另外，也应采取充分措施来降低重叠到电源上的噪声。

・控制电源在设计时，应尽量保证 dv/dt 在 5V/μs 以下。

2.3　电源上升顺序

・请尽可能先确认 Vcc 已到达推荐电压范围，然后再施加主电源。
如果在到达推荐电压前接通主电源，严重时，有可能会导致芯片损坏。

2.4　电源上升时、下降时的警报

・电源上升时，在升至 UV 保护动作电平电压时，会输出警报。
恢复到保护解除电平电压时就会恢复，但如果保持 ON 信号输入的状态，警报不会解除，所以，请在驱动电路一侧采取对应措施。

・电源下降时也会输出警报，所以请采取相同的措施。

2.5 控制电路设计上的注意事项

・设计时，请考虑驱动电路的消耗电流规格(Icc)，留有充分的余地。
・设计图形时应尽量缩短光耦合器和 IPM 的输入端子之间的配线，并减少光耦合器的一次侧和二次侧的杂散电容。
・请在高速光耦合器 Vcc-GND 之间，最邻近处装上电容器。
・高速光耦合器请使用 tpHL、tpLH≦0.8μs、高 CMR 型。
・警报输出电路请使用低速光耦合器 CTR≧100%型。
・控制电源 Vcc 请使用已加以绝缘的 4 组电源。另外，设计时请考虑尽量减少电压变化。
・请注意，在输入端子－GND 之间连接电容器的话，光耦合器一次侧输入信号所对应的应答时间会变长。
・设计光耦合器的一次侧电流时，应充分考虑使用的光耦合器的 CTR，要留有充分的余地。

3 保护功能

有些封装和型号，不内置保护功能，也没有警报输出，请参考第 3 章的“IPM 内置功能一览”确认您的 IPM 产品是否具有保护功能。

3.1 保护动作整体

3.1.1 保护的范围

・IPM 的保护功能应对的是非反复性的异常现象。
・请不要施加超过额定的固定的应力。

3.1.2 对警报输出的处理

・输出警报时，请立即停止向 IPM 输入信号，并停止装置的工作。
・IPM 的保护功能应对的是异常现象，起到保护作用，但并不能排除造成异常的原因。装置停止后，请用户在排除造成异常的原因后，重新启动装置。

3.2 保护动作的注意事项

3.2.1 过电流

・过电流保护(OC)，在过电流持续时间超过不灵敏时间(tdoc)时，会对 IGBT 实施软遮断，并输出警报。
所以在 tdoc 期间内，去除了过电流后，OC 就不会动作。
・P619 检测 N 线路上的电流，上臂侧无 OC。

3.2.2　负载短路启动

・OC 有 5～10μs 左右的不灵敏时间(tdoc)。输入信号脉冲宽度在 tdoc 以下时，OC 不动作。

・在负载短路的状态下启动时，输入信号脉冲宽度在长时间（数 10ms）维持在 tdoc 以下的话，短路会连续出现，芯片温度会急剧上升。

此时，在芯片温度上升时，外壳温度不会随着上升，所以，外壳温度过热保护(TcOH)不动作。通常情况下，芯片温度过热保护(TjOH)会动作，加以保护，但 TjOH 也存在约 1ms 的滞后时间，所以对于有些芯片温度上升状况，有可能保护动作会不及时，导致芯片损坏。

3.2.3　接地

・因接地而在下臂的 IGBT 上出现过电流时，所有 IPM 均会通过 OC 进行过电流保护。

・因接地而在上臂的 IGBT 上出现过电流时，根据封装、型号的不同，保护动作也不同。

P621、P622

通过上臂的 OC 进行过电流保护。另外，也进行警报输出。

P610、P611、P612

通过上臂的 OC 进行过电流保护，但并不进行警报输出。

详细情况请参照我公司相关资料 MT6M3046“R-IPM 接地模式的保护”。

P619、P617

上臂无 OC，所以，不进行过电流保护和警报输出。

3.3　关于 FWD 的过电流保护

・不检测 FWD 的电流。所以，只有 FWD 出现过电流时，不出现保护动作。

3.4　关于外壳温度保护

・TcOH 是指绝缘基板整体出现温度上升时的保护。所以，在 1 个芯片出现集中发热的情况下，芯片温度保护(TjOH)会动作。

3.5　关于芯片温度保护

・芯片温度保护(TjOH)包括制动部，内置在整个 IGBT。

4　功率器件的寿命

半导体产品的使用是有一定期限的。应特别留意因自身发热引起的温度上升和下降导致的热疲劳寿命。在温度上升下降连续出现时，请尽量减小温度变化幅度。

5 其它

5.1 在装置上组装和使用时的注意事项

(1) IPM 使用时以及组装到装置上时，请同时阅读 IPM 的交货规格书。

(2) 为了防止出现不测事故导致芯片损坏的情况，请务必在商用电源和本产品之间安装容量合适的保险丝或者电流断路器，防止二次损坏。

(3) 在分析通常关断动作中的芯片功能是否正常时，请确认关断电压・电流动作轨迹是否符合 RBSOA 规格。

另外在分析非反复性短路电流遮断时的芯片功能是否正常时，请确认是否符合 SCSOA 规格。

(4) 请充分了解产品的使用环境，在确认了产品能满足可靠寿命的基础上，使用本产品。产品使用时如超过了产品的可靠寿命期，则芯片有可能在装置的使用期限前损坏。

(5) 请在 IPM 和散热器之间涂抹热复合物等来尽量降低接触热阻。

(6) IPM 的安装扭矩及散热器平整度请按规格书中的说明实施。

如果出现误处理，可能会破坏绝缘。

(7) 请不要在 IPM 上施加负荷。

特别要注意控制端子不能出现弯曲。

(8) 主端子、控制端子上请不要实施再流焊。

请注意，不要让其它部件的焊接等所引起的发热和焊剂、清洗液等对 IPM 产生影响。

(9) 请避免在有腐蚀性气体及灰尘较多的场所使用本产品。

(10) 请注意主端子、控制端子上尽量不要产生静电。

(11) 在将控制电路和 IPM 相互连接和脱离之前，先请确认 Vcc 为 0V。

第 7 章
出现故障时的处置方法

目　　录　　页码

1　出现故障时的处置方法

IPM 与标准模块相比，内置了各种保护功能（过电流、过热等），因此出现异常状态时，不会轻易损坏。但是，在某些异常模式下也可能会出现损坏现象，所以在出现损坏时，需要查清发生状况及原因并采取必要措施。关于损坏的原因分析图见第 2 项，请参考其中的内容，对损坏原因进行分析。

（关于元件的故障判定请参照模块应用说明书中第 4 章 2 项故障判定方法。）

另外，IPM 输出警报时，请利用图 7-2 的警报原因分析图，分析原因。

2　故障原因分析图

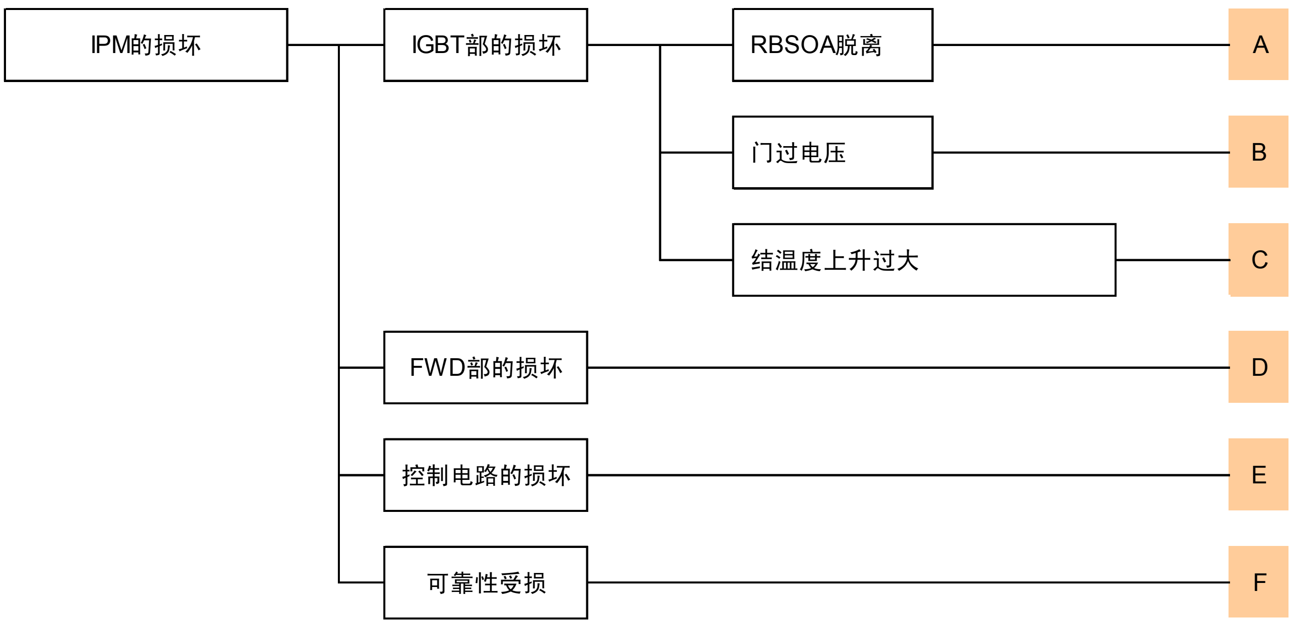


图 7-1 (a)　IPM 故障分析图（A~F 符号连结到下一幅图）

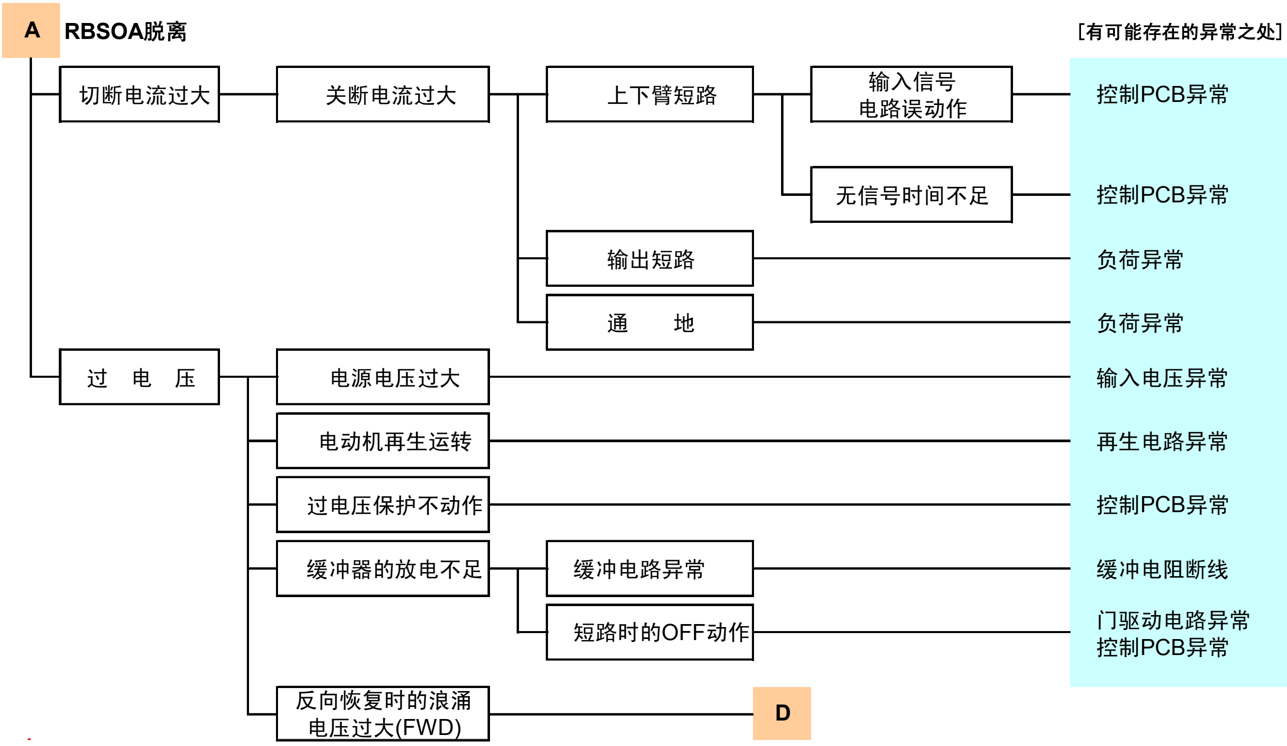


图 7-1 (b)　模式 A：RBSOA 脱离

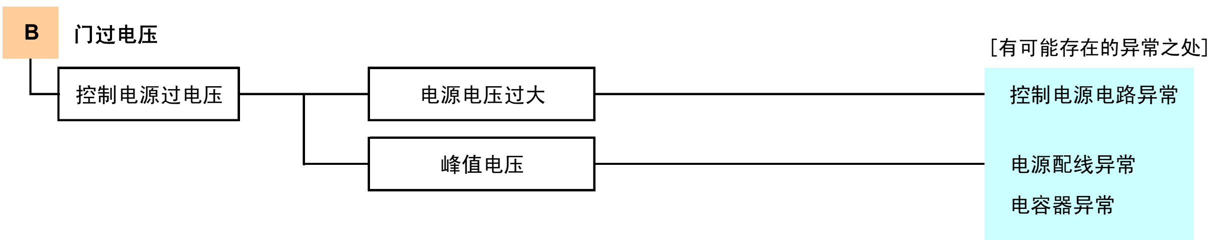


图 7-1 (c)　模式 B：门过电压

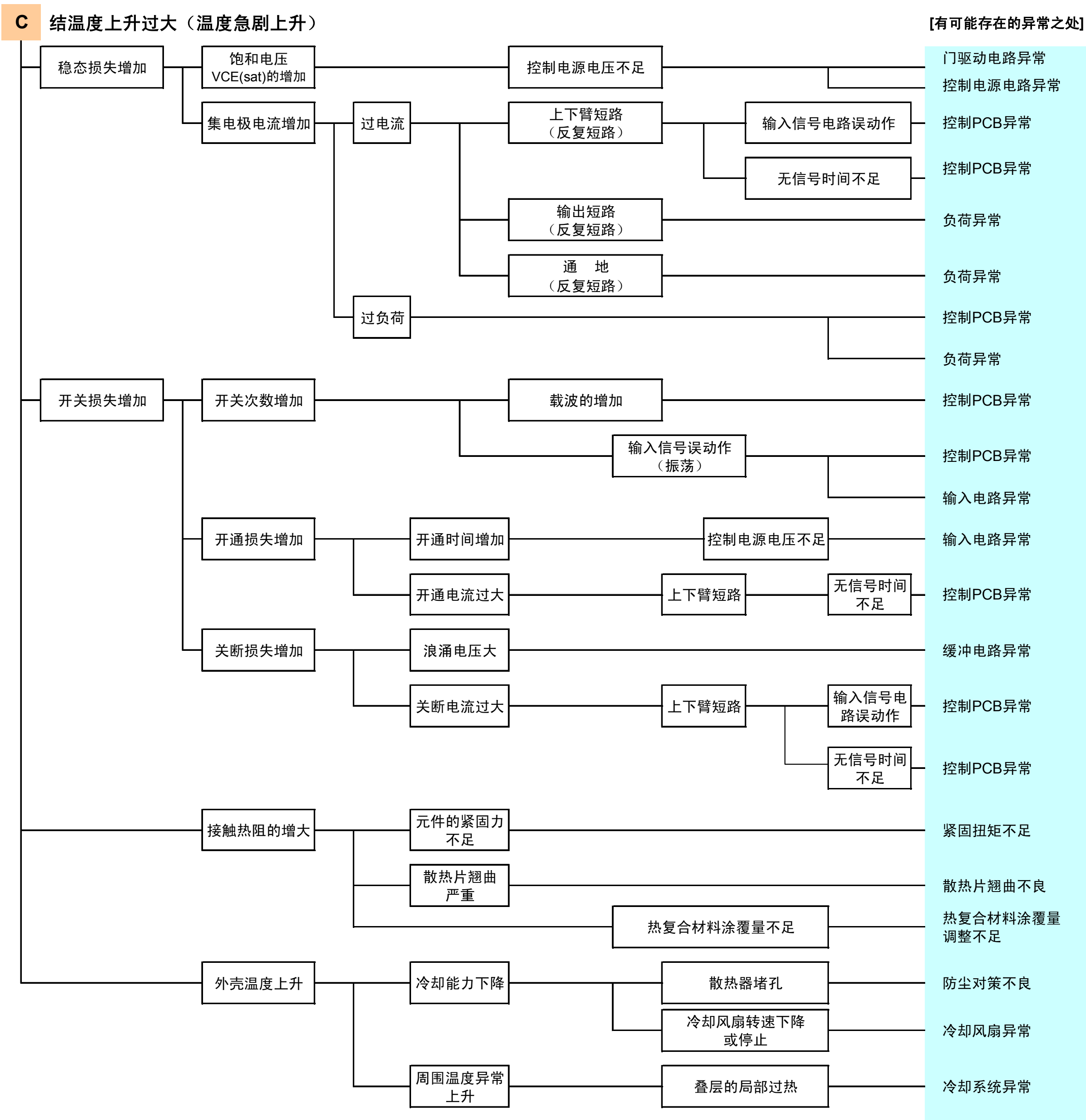


图 7-1 (d)　模式 C：结温度上升过大

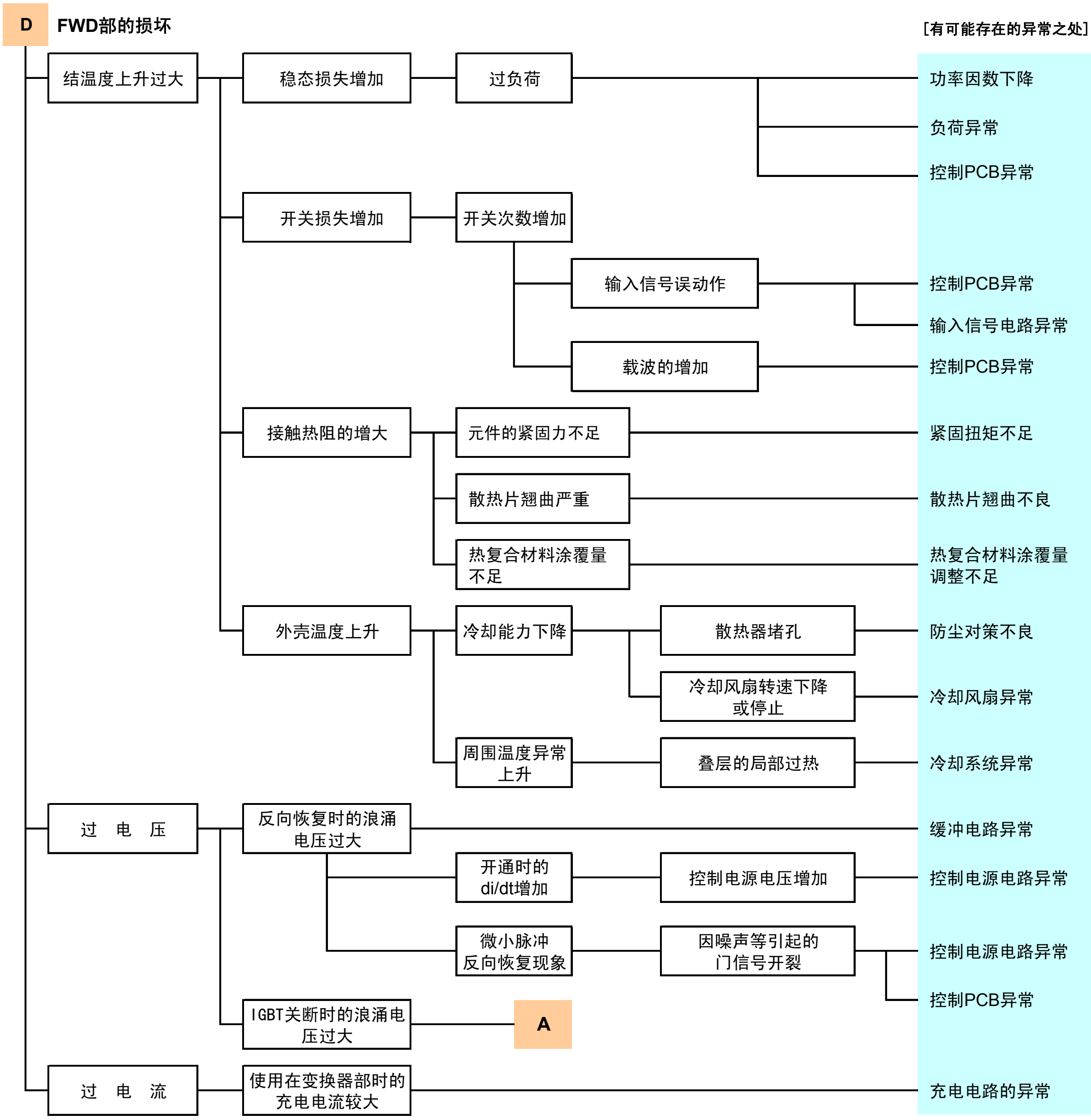


图 7-1 (e)　模式 D：FWD 部的损坏

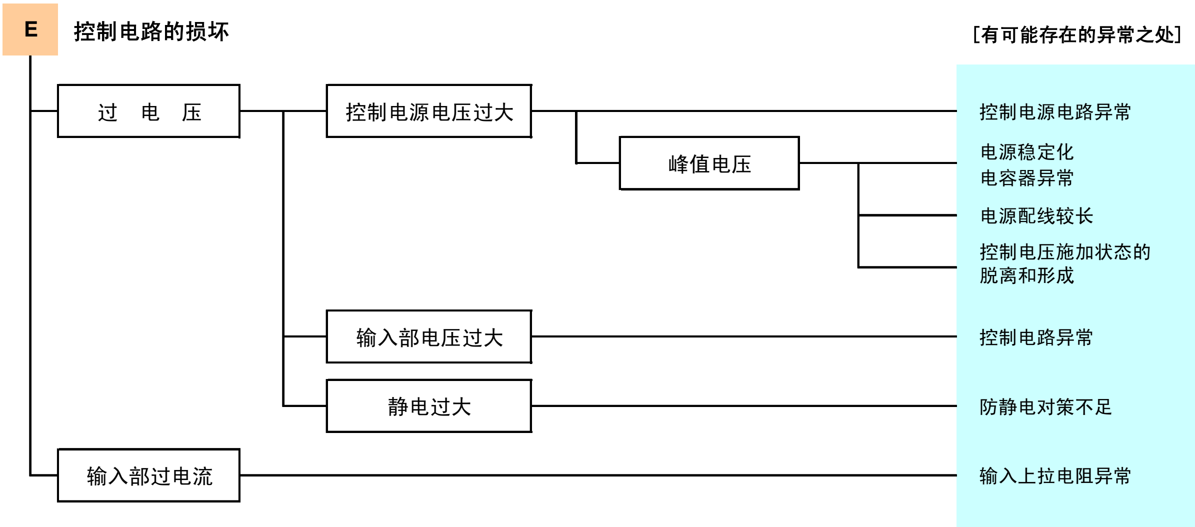


图 7-1 (f)　模式 E：控制电路的损坏

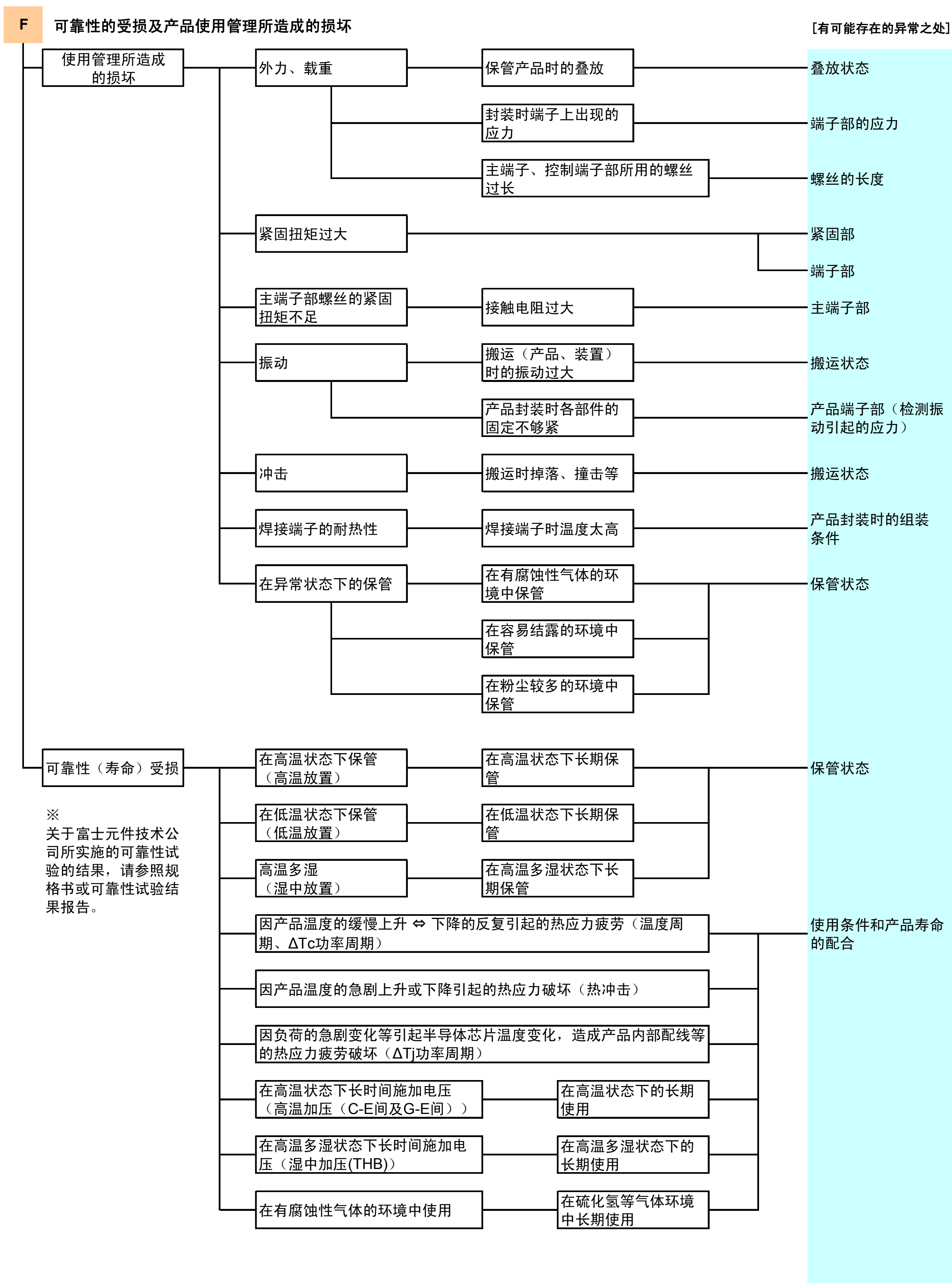


图 7-1 (g)　模式 F：可靠性及产品使用和管理时的损坏

3 警报原因分析图

3.1 IPM 警报出现时的原因分析

利用 IPM 的变频器（逆变器）在停止警报时，请首先分析警报是从 IPM 输出的，还是在装置控制电路（IPM 以外）发生的。

如果警报是从 IPM 输出的，则希望用户依照以下的原因分析图，来确定原因。

以警报输出电压来观测有无 IPM 警报时，在 IPM 警报端子和警报用光电二极管的阴极之间接入 1.5kΩ的电阻，再来测试 IPM 警报端子电压，就很容易确认有无警报输出。

现象	出现警报的原因说明	出现警报的原因的确定方法
出现IPM警报		
正常警报 — TjOH	利用内置在所有IGBT芯片中的温度检测元件（二极管）检测芯片温度Tj。 在连续1ms以上超过TjOH断路电平的情况下，使IGBT OFF，加以保护。	・测定控制电源电压Vcc、直流输入电压Vdc、输出电流Io ・测定芯片正下方的外壳温度Tc，计算ΔTj-c，推算Tj ・确认IPM安装方法 （散热片平整度、热复合材料等） ・警报保持时间宽度大于2ms的情况较多。
正常警报 — OC	利用内置在所有IGBT芯片中的电流感知用IGBT上的电流，检测集电极电流。 在连续约5μs以上超过过电流断路电平的情况下，使IGBT OFF，加以保护。	・利用示波器观测警报和输出电流(U、V、W) ・利用示波器观测警报和直流输入电流(P、N) ・观测警报输出5μs前的电流变化 ・利用CT等检测出电流的情况下，要确认断开电平和检测部位 ・警报保持时间宽度为2ms的情况较多。
正常警报 — UV	在控制电源电压Vcc连续5μs以上不足，电压下降到断路电压以下的情况下，使IGBT OFF，加以保护。	・利用示波器观测警报和Vcc ・观测警报输出5μs前的电源变动 ・电压瞬间下降的情况下，警报保持时间宽度为2ms的情况较多。
正常警报 — TcOH	利用设置在与功率元件同一块陶瓷基板上的温度检测元件(IC)，检测绝缘基板的温度。 在连续1ms以上超过TcOH断路电平的情况下，使IGBT OFF，加以保护。	・利用热电耦等测定铜底板侧面温度 ・利用示波器观测警报的输出时间 ・在警报保持时间为2ms以上，长时间进行输出的情况下TcOH的可能性较大
误警报	・在控制电源电压Vcc超过绝对最大额定20V，或施加了过大的dv/dt和脉动电压的情况下，有可能使驱动 IC损坏以及输出误警报。 ・另外，在IPM的控制电路中出现噪声电流时也有可能使IC的电压不稳定，输出误警报。	・出现μs级的短脉冲警报 ・电动机运转中，利用示波器观测Vcc的波形最好是在IPM控制端子的最近处进行观测 ・应为Vcc＜20V, dv/dt≦5V/μs,Vripple≦2Vp-p（4个电源一样） ・确认是否在外部IPM控制GND与主端子GND之间进行了配线。如果进行了配线，则在IPM控制电路中会出现噪声电流。 ・在驱动IC损坏的情况下，Icc异常增大的可能性很大。 Ex. 如果Iccp≧10mA、 @Vin="High"，则为异常 确认IPM周边电路 参照交货规格书“设计和适用上的注意事项”、“应用电路例”

图 7-2 警报原因分析图

警告

1. 本目录包含截止至2004年7月的产品规格、特性、数据、材质以及结构。
因规格改变或其它原因而使本内容变更，恕不另行通知。在使用本目录中所列的产品时，请务必获取最新版本的规格说明。

2. 本目录中所述的所有应用乃举例说明富士电机电子设备技术株式会社产品的使用，仅供参考。并不授予（或被视为授予）富士电机电子设备技术株式会社所拥有的任何专利、版权、商业机密或其它知识产权的任何授权或许可，无论是明示的或暗示的。对于可能因使用此处所述的应用而造成侵犯或涉嫌侵犯他人知识产权的，富士电机电子设备技术株式会社不予作出任何明示或暗示的声明或保证。

3. 尽管富士电机电子设备技术株式会社不断加强产品质量和可靠性，但仍可能会有一小部分的半导体产品出现故障。当在您的设备中使用富士电机电子半导体产品时，您应采取足够的安全措施以防止当任何产品出现故障时，导致该设备造成人身伤害、火灾或其它问题。我们推荐，您的设计应能够自动防故障、阻燃并且无故障。

4. 本目录中介绍的产品用于以下具有普通可靠性要求的电子和电气设备。
・计算机　・OA 设备　・通信设备（终端设备）　・测量设备　・机床
・视听设备　・家用电气设备　・个人设备　・工业机器人等

5. 如果您要将本目录中的产品用于具有比普通要求更高可靠性要求的设备，例如以下所列设备，则必须联系富士电机电子设备技术株式会社，得到事先同意方可使用。在将这些产品用于下述设备时，您应采取足够措施（如建立备份系统），使得即使用于该设备的富士电机电子设备技术株式会社产品出现故障，也不会导致该设备发生故障。
・运输设备（安装在汽车和船上）　・干线通信设备　・交通信号控制设备
・具有自动关闭功能的漏气检测装置　・防灾／防盗装置　・安全装置

6. 请勿将本目录中的产品用于具有严格可靠性要求的设备，例如（但不限于以下设备）
・航天设备　・航空设备　・核反　・制设备海底中继器　・医疗设备

7.

8. 如果您对本目录中的内容存有疑问，请在使用该产品前咨询富士电机电子设备技术株式会社或其销售代理商。

富士电机电子设备技术株式会社和其销售代理商对未遵守此处所做说明使用本产品而造成的任何伤害不予负责。